革新的農業技術習得研修テキスト

農業機械の評価と最新機械の動向

平成１６年１１月

独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構

生物系特定産業技術研究支援センター

目　次

Ⅰ　検査・鑑定等の概要

1．型式検査の沿革

【農業機械の状況】	【年　次】 (農機の生産額)	【検査の歴史】
○粗悪な製品が出回り農業現場が混乱	── 1949 ── (1950：　58億円)	○「農機具依頼検査規程」の制定 ・農林省農事試験場及び各県農試等(７ヶ所)で検査を実施 ・検査の重要性に対する認識の低い中で零細多数メーカーに対応するため、広い範囲に検査機関を配置
	── 1953 ──	○「農業機械化促進法」の制定 ・法的根拠がなく制度的基盤が脆弱であったため、農業機械化を促進する一環として農機具の国営検査制度を法制化
	── 1954 ──	○農機具検査室を設置(農事試験場内) ・専門の職員が検査を実施
○メーカーの技術・開発力向上への努力と国営検査による技術力のチェック、それに対応した欧米各国からの技術導入、ノックダウンから順次国産化によって製品の品質も大幅に向上 ○日本独自の小型トラクターの開発（全世界への輸出）	(1960：517億円) ── 1962 ── (1970：1781億円) (1980：6275億円)	○国の機関の一部を分離して、農機具の研究部門と検査部門とが一体となった「農業機械化研究所」(IAM)が、民間の出資も得た特殊法人として設立される ・メーカーの技術力水準の向上に対応し、さらに大幅な技術向上を目指して、高度な技術力を有する農業機械のセンターを設置 ・検査実施機関をＩＡＭに一元化
	── 1986 ──	○「IAM」を「BRAIN」に改組
○ BRAINとの共同研究による新種・新型機械の開発（緊急プロジェクト事業）	(1995：6500億円) (2000：5200億円)	
○第３次緊プロスタート	── 2003 ──	○ BRAINの独立行政法人化

2．農機具型式検査の対象機種選定の考え方

対象機種は、農業機械化促進法にいう農機具であって、次のいずれかに該当するものであること。

１）全国的に広範囲にわたり相当程度普及しているもの

２）今後、全国的にみて広範囲にわたり普及するとみられるもの

３）特定高性能農業機械として政令で指定されているもの

４）国の助成事業の対象となっているもの

５）上記1)～4)のもののほか、農業機械化行政上重要となっているもの

対象機種のうち、次のいずれかに該当するものは、対象としないものとする。

１）性能が安定し、構造、操作、の難易からみて問題となる点が見当たらないもの

２）調査、研究が十分でなく、試験データ等から判断して、型式検査の主要な実施方法及び基準の制定が困難であるもの

３）生物系特定産業技術研究支援センターの研究開発において、性能等が十分に確認された型式のみ

が製造、販売されているもの

3．平成 16 年度型式検査対象機種

1）農用トラクター（乗用型）（機関出力が 25 馬力以上 250 馬力未満で車輪式又は走行部がゴム製の装軌式のものに限る。）
2）田植機（乗用型）（土付き苗用のものに限る。）
3）野菜移植機（土付き苗用で、苗の供給が自動式のものに限る。）
4）動力噴霧機（走行式）（ブームノズルを有するものに限る。）
5）スピードスプレヤー
6）コンバイン（自脱型）（種子用のものを除く。）
7）コンバイン（普通型）（スクリュー脱穀機構を有するものに限る。）
8）ポテトハーベスター
9）ビートハーベスター
10）安全キャブ・フレーム

4．公的試験の役割

1）不良製品の排除
2）農業者に対して、適正な農業機械の選択と利用の指針を与える
3）製造者に対して、農業機械の開発・改良の支援
4）国際取引の円滑化や優良な農業機械の輸出・入促進
5）安全性の確保、機械作業における事故防止
6）環境及びエネルギー問題の対策
7）誇大広告及び不当競争の防止

5．生研センターで実施している公的試験の種類と概要

1）型式検査
（1）国の法律（農業機械化促進法）に基づき実施（型式ごとの性能、構造、耐久性、操作の難易についての試験）
（2）国が対象機種、試験方法・基準を定める
（3）生研センター（我が国唯一の実施機関）が検査を実施し合格・不合格を決定する
（4）合格マークの貼付、合格機の公表と成績表の公開
（5）型式検査の仕組み　図１参照

2）安全鑑定
（1）生研センターの要領に基づき、国と協議し実施
（2）安全性の確認のみ実施
（3）対象はほとんどの農業機械
（4）安全装備の確認項目と基準を定める
（5）基準の適合・不適合を決定する
（6）適合マークの貼付と適合機の公表
（7）安全鑑定の仕組み　図２参照

3）総合鑑定

（１）生研センターの要領に基づき実施
（２）機械の総合的な性能試験と評価を行う
（３）対象機種、試験方法を定める
（４）合格・不合格無し、成績書の発行・公開

４）任意鑑定
（１）生研センターの要領に基づき実施
（２）対象機種、試験方法は定めない
（３）メーカ等の依頼に応じ、希望する試験を実施
（４）成績書は依頼者のみに提供
注）ディーゼルエンジン排ガスチェックも任意鑑定として実施

５）OECD テスト
（１）生研センターは OECD のテスト指定機関として実施
（２）OECD テストコードに基づき、トラクター及び安全キャブ・フレームのテスト

６）農耕作業用自動車等の機能確認（機能確認）
（１）道路運送車両法施行規則に基づく小型特殊自動車の型式認定
（２）農林水産省生産局長の依頼により実施
（３）対象：トラクター、田植機、スピードスプレヤー、コンバイン

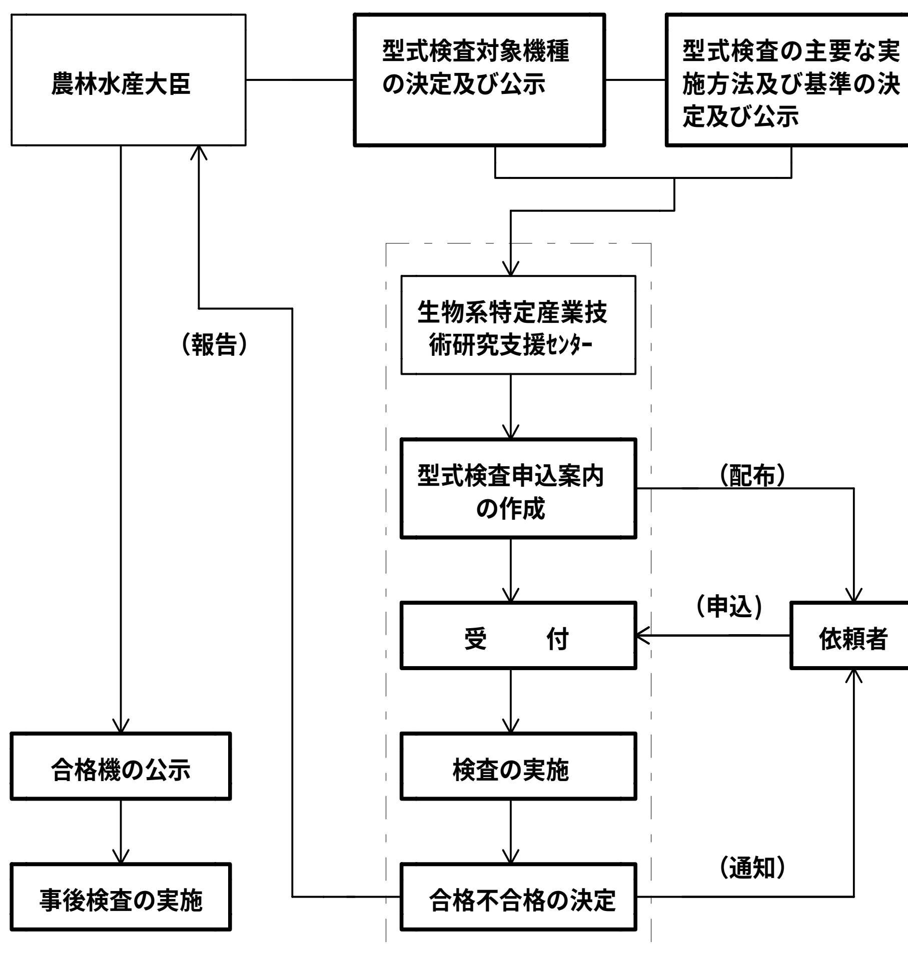


図1　型 式 検 査 の 仕 組 み

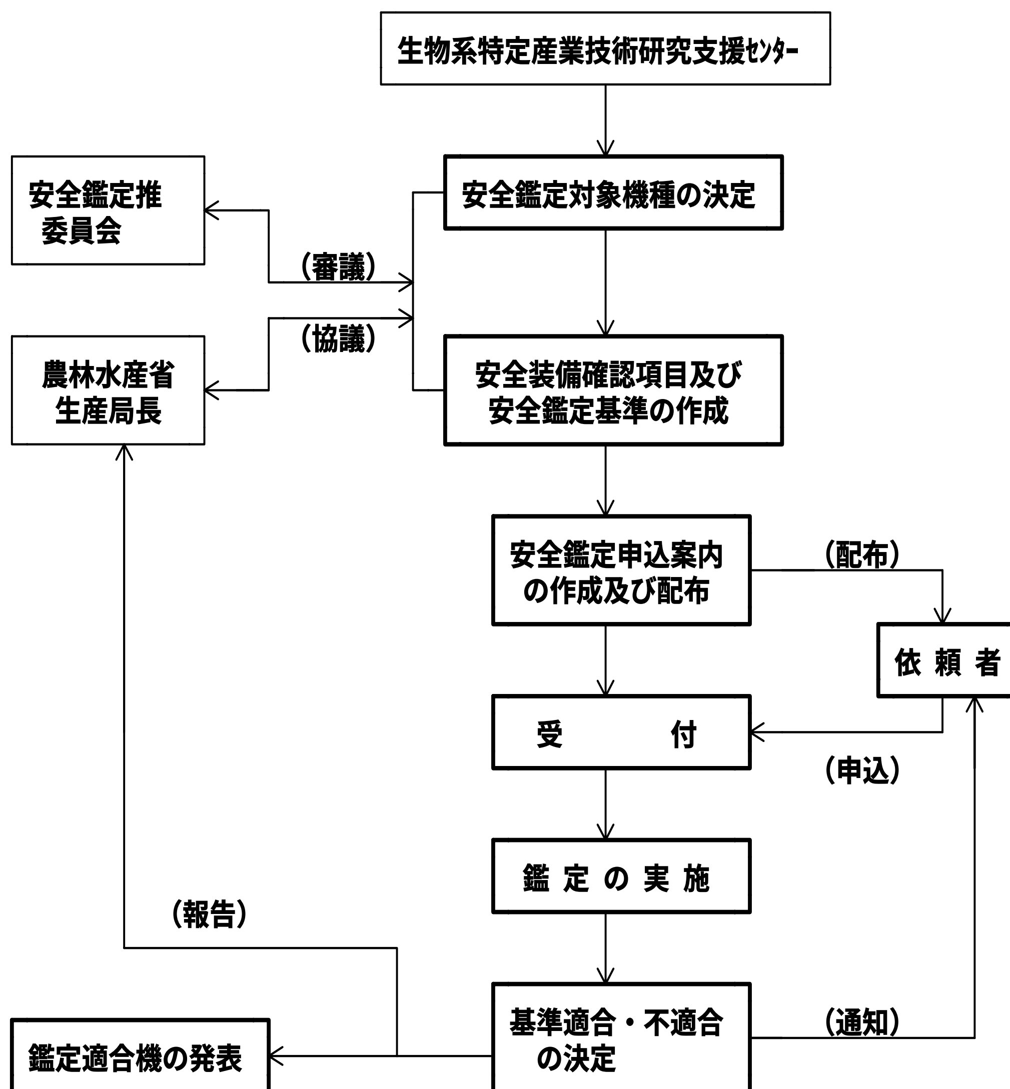

生物系特定産業技術研究支援ｾﾝﾀｰ
安全鑑定推
委員会
安全鑑定対象機種の決定
（審議）
（協議）
農林水産省
生産局長
安全装備確認項目及び
安全鑑定基準の作成
安全鑑定申込案内
の作成及び配布
（配布）
依 頼 者
受 付
（申込）
鑑 定 の 実 施
（報告）
基準適合・不適合
の決定
（通知）
鑑定適合機の発表

図2　安　全　鑑　定　の　仕　組　み

Ⅱ　トラクタの新技術と性能評価

１．トラクタの新技術

１）トラクタ用エンジンの動向

（１）仕様や性能の傾向

ア．複数の出力範囲を有する同一構造のエンジン

１シリンダあたりの形状、シリンダ数等が同一である構造のエンジンで、定格回転速度時の出力を複数有するものが増加している。図１に示すように回転速度や噴射量を変化させたり、過給を行うことにより複数の出力を設定している。

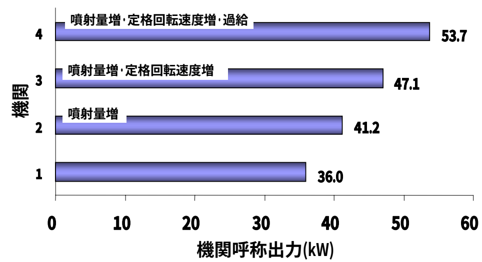


図1　同一構造の機関

イ．燃料噴射系の改善

エンジンのシリンダ内への燃料噴射時期や噴射圧力を調整し、窒素酸化物ないしは黒煙等の排出特性を改善する傾向が見られる。図２は、1990 年頃と 1998 年頃のエンジンにおける設定噴射圧力を比較した例である。

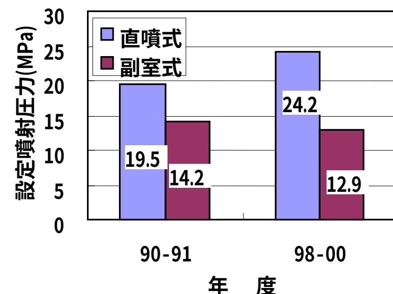


図2　設定噴射圧力

ウ．出力特性の改善

エンジンの出力性能については、定格回転速度付近のトルク特性を改善し、その結果最大出力が、定格回転速度より低い位置で得られる傾向となってきている。作業中の負荷変動に対するねばりの向上や幅広い回転速度で定格出力が得られる利点がある。

図４は、定格出力が得られる回転速度範囲の経年変化を表しており、近年この幅が大きくなっていることが示されている。

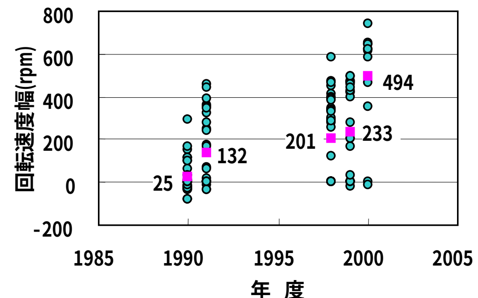


図3　定格出力が得られる回転速度範囲

（２）特殊自動車排出ガス規制の現状

ア．大型特殊自動車と小型特殊自動車に区分され、更に小型特殊自動車は、農耕作業用（トラクタ、田植機、コンバイン、スピードスプレヤ）とそれ以外のものに分類される。

イ．排出ガス規制の対象となる車両は、公道走行をするもののうち、搭載されるエンジンの出力（定格回転時の出力）が、19kW 以上 560kW 未満のもの。

特殊自動車

●大型特殊自動車

1　ショベルローダ、タイヤローラ、ロードローラ、･････、････、フォークリフト、････

2　農耕トラクタ、農業用薬剤散布車、刈取脱穀作業車、田植機及び国土交通大臣の指定する農耕作業用自動車

3　ポールトレーラ及び･････

●小型特殊自動車

1　上記1の自動車で大きさ及び最高速度が限定されたもの（全長4.7m以下、全幅1.7m以下、全高2.8m以下、15km/h以下）

2　上記2の自動車で最高速度が35km/h未満のもの（農耕作業用自動車等）

図４　特殊自動車の範囲

ウ．規制排出ガスは、一酸化炭素(CO)、炭化水素(HC)、窒素酸化物(NOx)、粒子状物質(PM)であり、１時間１キロワットあたりの質量の値が決められている。さらに、PM 中の主成分となる黒煙の濃度に対しても規制値が決められている。

エ．試験は、エンジン単体を動力計に接続し、負荷を様々に変えて計測を行う。図５に、特殊自動車の排出ガス測定の負荷モードを示す。

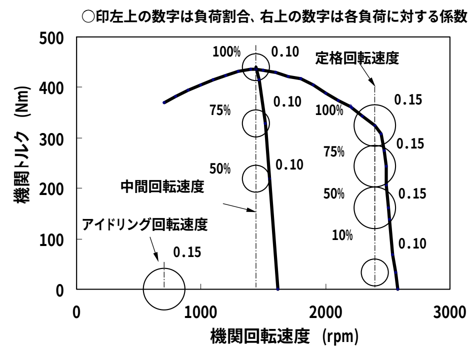


図５　排出ガス測定モード

（３）排出ガス低減対策

ア．機関本体の対策（燃焼室形状、燃料噴射時期、燃料噴射圧力、過給、電子制御等）

イ．後処理対策（DPF、NOx 還元触媒等）

ウ．燃料対策（低硫黄燃料、代替燃料等）

エ．その他

２）トラクタの新技術

（１）変速装置

ア．パワーシフト変速装置

　油圧クラッチ及びアクチュエータの採用により、変速時のクラッチ操作を不要にし、さらに主変速、副変速のレバーの集中化が図られている。

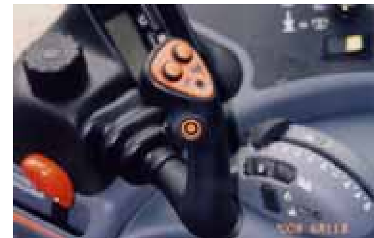


図６　パワーシフト

イ．CVT トランスミッション

（２）走行装置

ア．旋回操作補助機能

　旋回時に、前輪の周速度をやや速めることで、旋回半径を小さくし、さらに前輪が土を排除するために起こる地表面の荒れを少なくする効果がある。同時に、後の内側車輪に片ブレーキをかけて、効果を向上させる機能をも装備される。別の方式として、ハンドル操作時に前車軸が揺動して旋回半径を小さくする機能を有するものもある。



図７　シャトルレバー

イ．履帯式（半履帯）式走行部

　従来からのポンプとモータによる駆動方式のみでなく、遊星歯車を利用して左右の履帯速度を制御する方式のものが現れた。



図８　半履帯式トラクタ

操向装置もレバー式と並行して丸ハンドルを採用するものもある。

（３）作業機昇降装置自動制御

ア．作業機水平制御

トラクタが傾斜しても作業機水平に保つため、三点リンクの片側リフトロッドを制御する。

イ．作業機耕深制御

ロータリの耕深を一定に保つ。

ウ．後進時（旋回時）作業機上昇機能

後進ギアに変速あるいは旋回のためにハンドルをきる時に、作業機を上昇させる。

エ．旋回時機関減速制御

上記ウに記載した機能と同時に機関回転速度を減速し、次の行程で作業機をおろすと再び回転速度が復帰する。

（４）その他

ア．モニタ画面や音声による作業支援機能

作業速度やスリップ等を検出し、作業能率を予測する機能、故障の際に不具合箇所を表示する機能、後進時や始動時に、音声による注意喚起を行う機能を備えたものがある。



図９　作業機昇降装置自動制御操作部



図 10　各種運転操作レバー（運転席右側）

２．トラクタの性能評価

トラクタの基本性能には、その作業目的から作業機に動力を伝える（PTO 性能）、作業機・運搬車をけん引する（けん引性能）、作業機を持ち上げる・油圧出力を利用する（油圧・揚力性能）等、動力源としての３大基本性能が挙げられる。それ以外には旋回性能、操縦操作性、騒音、振動、転倒角、安全性などの性能機能も充分満足する必要がある。

以下のデータは型式検査成績 1997 年～2002 年のもの 112 型式をとりまとめたものである。

１）PTO 性能

（１）速度変動率

速度変動率は、

（無負荷最高機関回転速度－最大出力時機関回転速度）／最大出力時機関回転速度×100%

で表され、ガバナ性能を示す指標として用いられる。この値が小さいと作業機の負荷が変動した時、機関回転速度の変動が小さいので、作業精度は概ね良好である。速度変動率の平均値は、機械式のガバナでは約７％である。なお、電子ガバナでは、速度変動率を理論的に０％とすることができる。

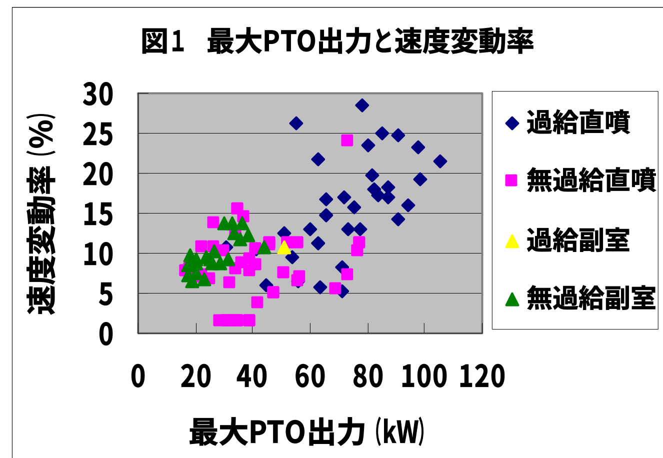
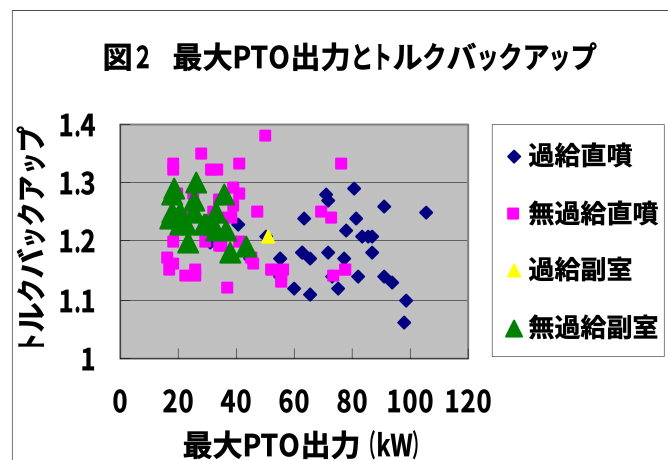


図１のグラフでは、約 15%以上の型式が多く見うけられるが、これは、出力が最大出力の機関回転速度付近から定格回転速度付近までほぼ一定で、平らな出力曲線となっており、最大出力機関回転速度と無負荷最高回転数との差が大きく、最高出力の範囲を広くしているためである（図１参照）。よって定格回転速度でみると速度変動率はより小さくなる。

（２）トルクバックアップ

トラクタの機関の粘りを表す評価指標として、最大出力時トルクに対する最大トルクの比（増加する割合）としてトルクバックアップがある。この値は、大きい方ほど負荷が増大した時に機関回転速度が低下しにくい（図２参照）。



（３）速度比

また、速度比もトラクタの機関の粘りを表す評価指標として挙げられる。これは最大出力時機関回転速度に対する最大トルク時の機関回転速度の比である（図３参照）。

（４）弾性値

以上、この２つの指標であるトルクバックアップと速度比の積の値は弾性値と呼ばれ、この値が大きいほど、つまり、最大トルク点ができるだけ低回転速度側にあるほど、かつ最大トルクが最大出力時トルクに比べ大きいほど機関に粘りがあることになる（図４参照」）。

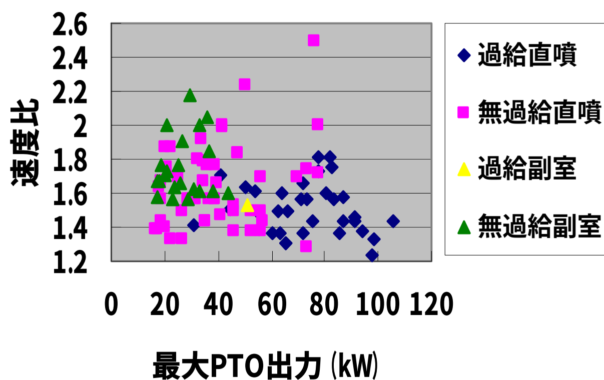


図3　最大PTO出力と速度比

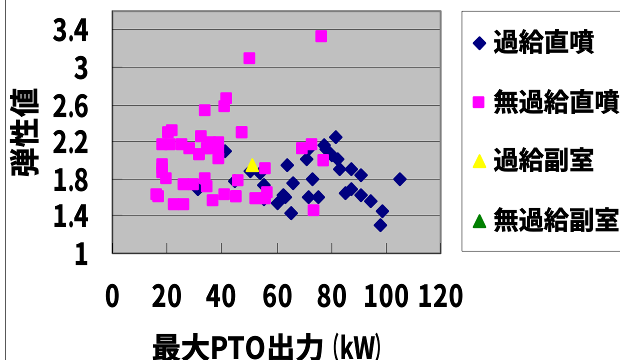


図4　最大PTO出力と弾性値

（５）燃料消費率（燃費）

燃料消費率は、副室式よりも直接噴射式が小さい。また、過給機を装備した方が低燃費である（図５参照）。

（６）排気煙濃度

排気煙濃度は、排出ガスの黒煙の濃度を０～100%の範囲で示し、NOx 排出と相反関係がある。副室式と直接噴射式では、副室式の方が排気煙濃度は低い値となる（図６参照）。現在、排出ガス規制では排気煙濃度の値は 40%以下となっている。燃費と排出ガス対策は重要課題である。

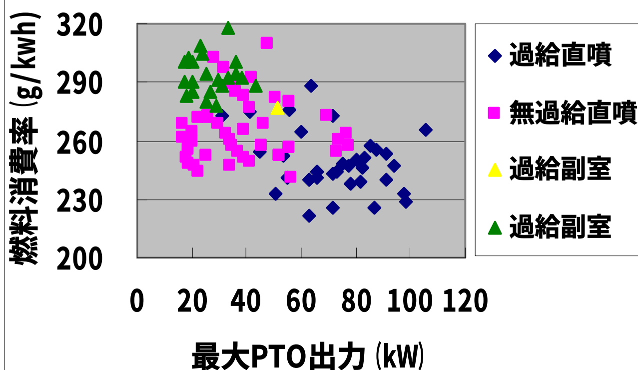


図5　最大PTO出力と燃費

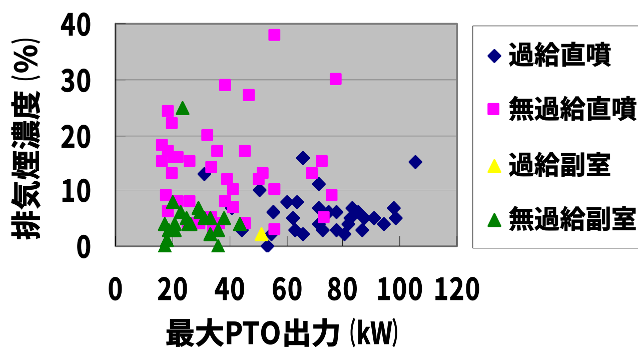


図6　最大PTO出力と排気煙濃度

２）けん引性能（コンクリート上）

（１）けん引比

けん引比はトラクタの質量に対しどれだけの質量のものをけん引できるかを示した値である。けん引比に最も影響するトラクタの質量を図７に示す。けん引比の値が大きいほどより大きい質量のものをけん引できることになる。

最大けん引力はコンクリート上のスリップ率 15%のけん引力又は、その速度段の最大けん引力出力時のけん引力のうちどちらか小さい方の値を採用している。この値は、

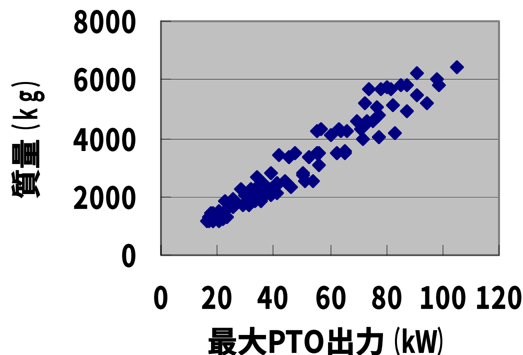
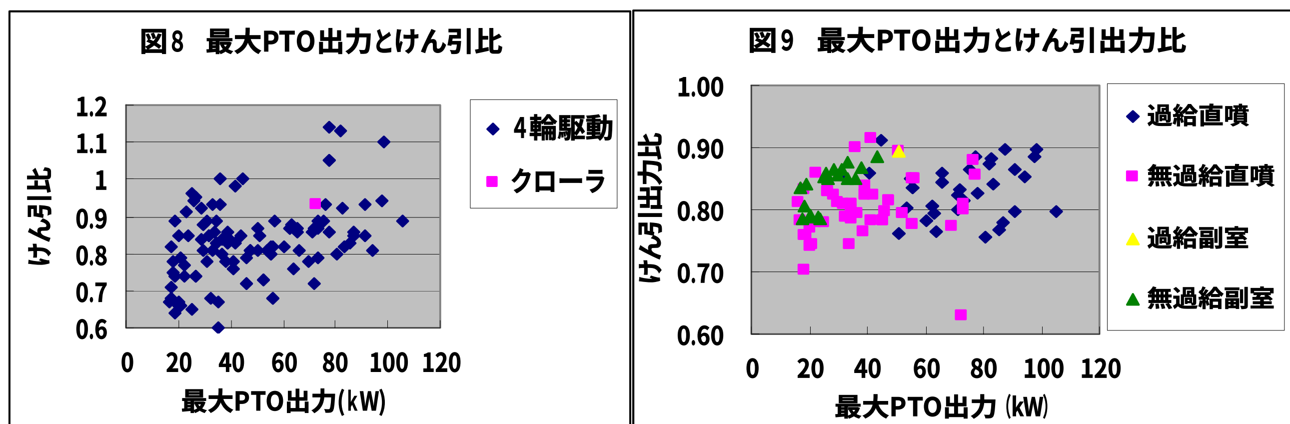


図7　最大PTO出力と質量



２輪駆動、４輪駆動、クローラ式等走行形式により大きく変わる（図８参照）。最近の OECD テストレポートのとりまとめ[1)]では、２輪駆動では 0.816、４輪駆動では 0.928、クローラ式では 0.996 となっている。

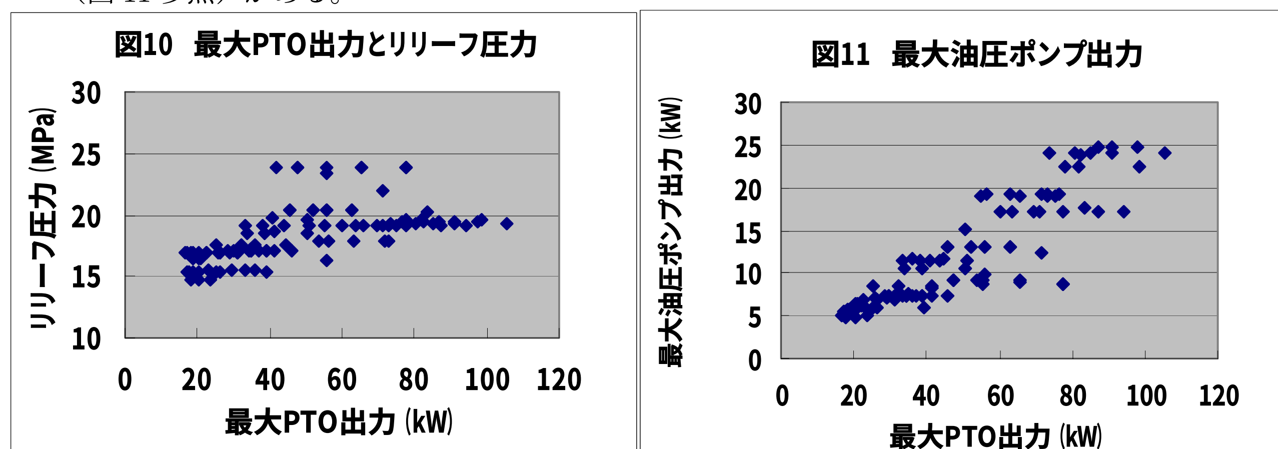
（２）最大けん引出力／最大 PTO 出力比（けん引出力比）

けん引試験における評価指標としては、けん引比の他に「けん引出力比」がある。型式検査での基準において、伝動装置が機械式の場合、けん引出力比は、70%以上であることになっている（図９参照）。なお、図９においてけん引出力比が 63%のものは、静油圧駆動方式である。

３）作業機昇降装置性能

（１）ポンプ性能

ポンプ性能試験では、油圧外部取り出しから作業機に利用できる油圧最大出力を測定する。ポンプ性能における評価手法としては、リリーフ弁の設定圧力（図 10 参照）、最大油圧ポンプ出力（図 11 参照）がある。



（２）下部リンクヒッチ点の揚力、フレーム上の揚力及び連続運転試験

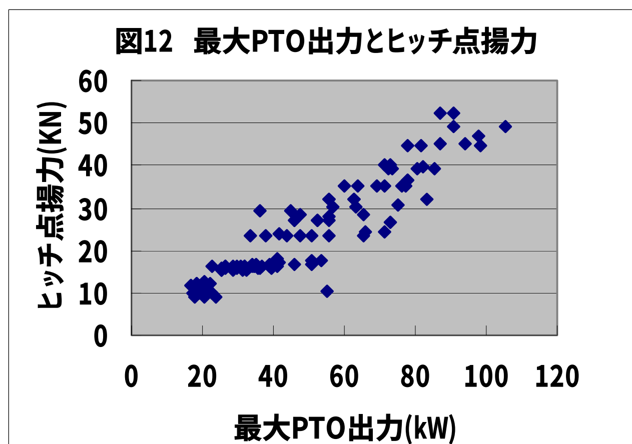
揚力試験における評価法としては、下部リンクヒッチ点（図 12 参照）及びフレーム上の揚力（図 13）がある。フレーム上の揚力測定は、ヒッチ点から後方 610mm に作業機の重心点があると想定している。

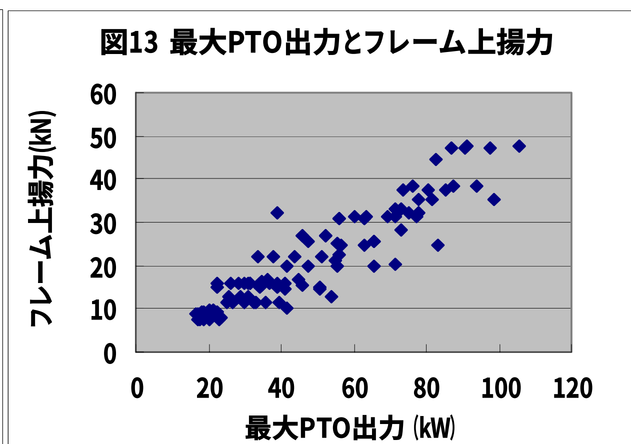
型式検査の検査成績表では、最大揚力を実測したリリーフ弁設定圧力の 90%の圧力に換算した実用的な揚力値を記載している。

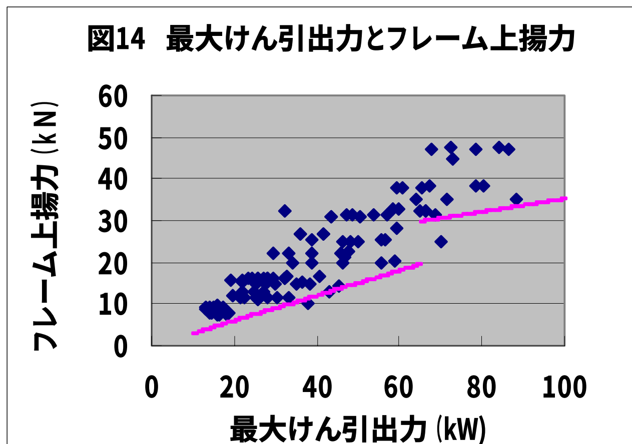
ISO730/1 規格では、この最大けん引出力当たりの試験用フレーム上の揚力は、

けん引出力 65kW までは 300N/kW 以上

65kW 超える場合、150N/kW＋20ｋN と規定されている（図 14 参照）。







連続運転試験では、下部リンクヒッチ点に最大揚力の 85%の荷重を負荷し連続 1000 回 10 秒周期で上下する。そしてその試験の前後に５分間の降下量を測定し、100mm 以下であることとなっている。これは、作動油がシリンダや制御弁等から漏れないかどうか確認するために行っている。

４）取扱性

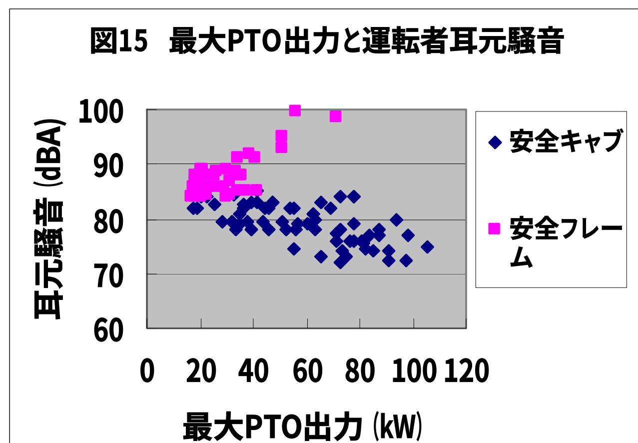
（１）騒音

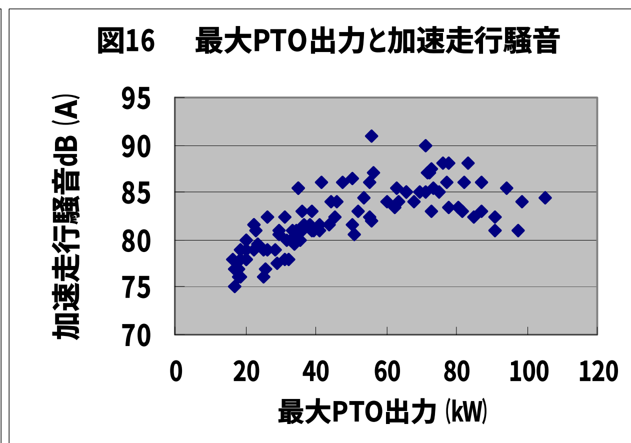
ア．運転者耳元

農業者の高齢化、婦女子化に伴い、基本性能の他に操縦操作性、居住性、騒音や振動、取扱性及び安全性についての評価が益々重要課題となってきている。ここでは、7.5km/h に近い速度段で、けん引負荷時の運転者の最大耳元騒音を図 15 に示す。

イ．加速走行騒音

トラクタの加速走行時の騒音を図 16 に示す。これは、最高速度段で最高速度の 75%で走行し、20m の区間をスロットル全開にして走行するとき、その中間点において、走行方向に直角にトラクタ中心線から 7.5m 離れた地上高 1.2m の位置における最大騒音レベル値である。





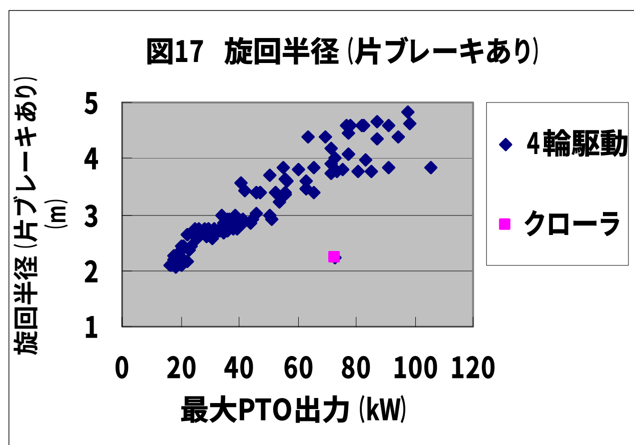
（２）旋回半径（コンクリート上）

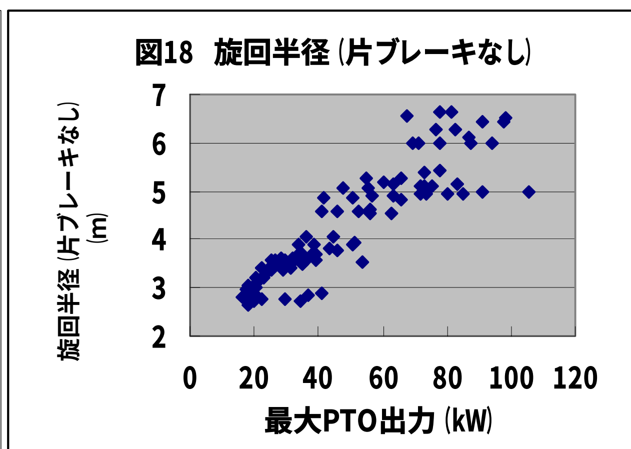
ア．片ブレーキ使用

取扱性の評価項目としてその他、旋回性能が挙げられる。ほ場の枕地等では片ブレーキで旋回する場合が多い。コンクリート上においてバラストをつけない状態で低速（約２km/h）でハンドルを最大に切り、左右のうち大きい方を旋回半径とする（図 17 参照）。

イ．片ブレーキ不使用

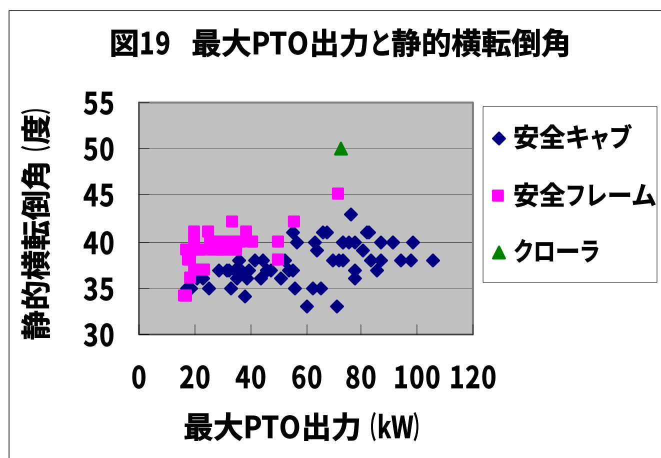
道路走行時には安全のため左右のブレーキを連結して旋回するが、その旋回性能を図 18 に示す。





（３）静的横転倒角

トラクタの安定性の評価として静的横転倒角を示す（図 19 参照）。道路運送車両法の保安基準や安全鑑定の基準では 30 度以上となっている。



参考文献

１）OECD 関係資料　No.13　諸外国における最近のトラクタの傾向（その５）
　　－OECD テストレポートより－
　　平成 16 年３月　生物系特定産業技術研究支援センター

３．安全キャブ・フレームの強度評価技術

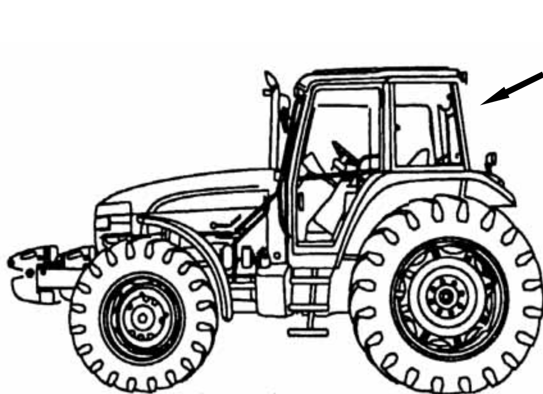
１）安全キャブ・フレーム（Roll-Over Protective Structure「ROPS」）とは

トラクタが転落・転倒したときに運転者を保護することを目的にしてトラクタに装着される構造物で、装着されるトラクタに応じた強度試験に合格したもの。

（１）ＲＯＰＳの種類

キャブ：屋根、ドア、窓ガラスなどが装備されて気密性があるもの。

フレーム：２柱式や４柱式などの骨組みだけのものが一般的である。４柱式はほとんどキャノピー（日除け）が付いており、２柱式でも付けられているものがある。


キャブ



２柱式フレーム


４柱式フレーム

（２）トラクタ事故とＲＯＰＳ

たとえば日本では、農業機械の関係する死亡事故が平均で年間約280件発生しているが、その中で乗用型トラクタの関係する死亡事故が約50%と多い。また、乗用型トラクタの関係する死亡事故の原因で最も多いのは転落・転倒で、約65%を占めている。

日本では約200万台の乗用型トラクタが普及しているが、そのうちでＲＯＰＳを装着しているのは40%程度と推定されている。このため、ＲＯＰＳの装着率を高めることが、乗用型トラクタによる死亡事故を減少させるのに最も有効な手段であると考えられる。現在では出荷される乗用型トラクタの99%以上がＲＯＰＳを装着しているので、将来次第に装着率が上がり、事故が減少するものと期待される。

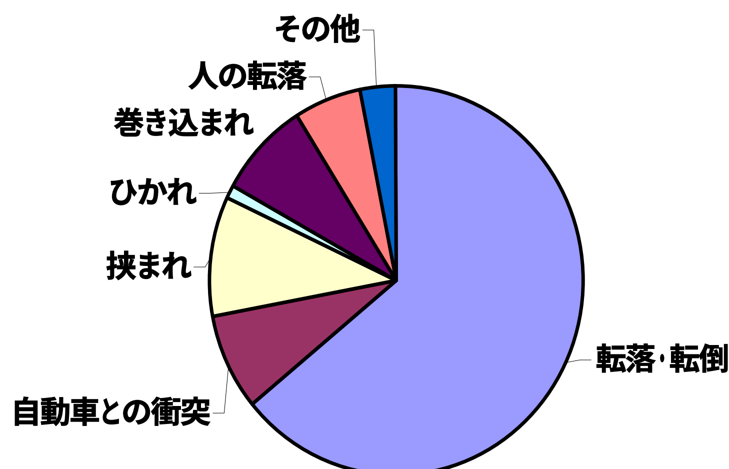


図　乗用型トラクタの死亡事故原因（2001；日本）

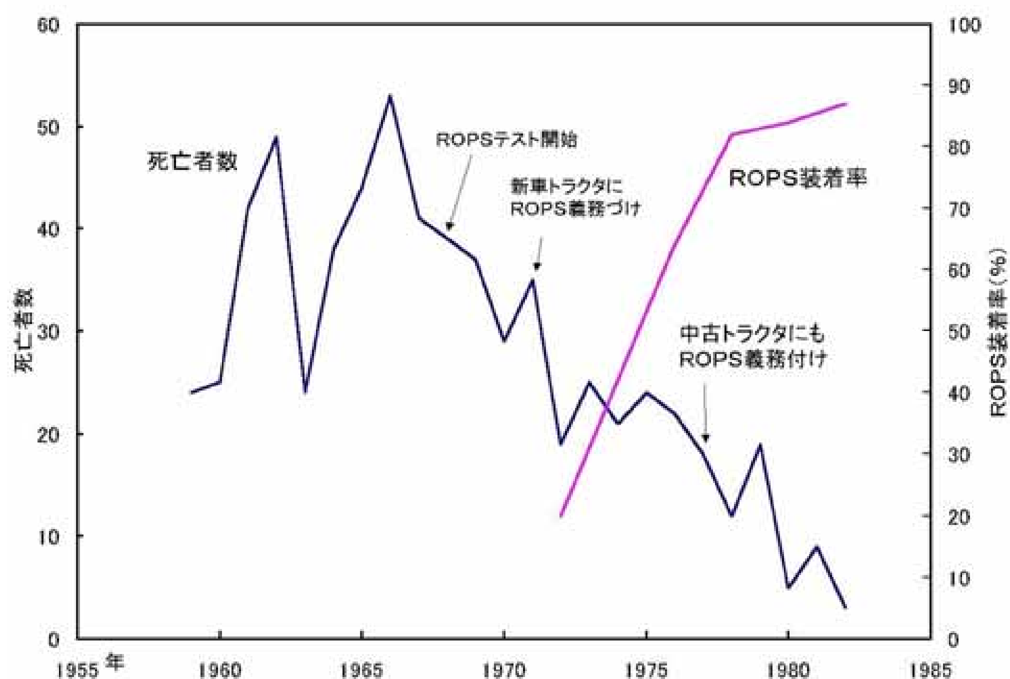


図　ＲＯＰＳの普及と転倒事故死の推移（イギリス）

2）ＲＯＰＳの強度試験

実際に転落・転倒させて試験を行うこともできるが、結果にばらつきが出やすいため、公的試験として採用することは困難である。そのため、一般には転落・転倒事故の際にＲＯＰＳに加わる負荷を室内で再現する方法で強度試験が行われている。

テストコードを制定する際には、多くの乗用型トラクタを実際に転落・転倒させてＲＯＰＳにかかる負荷を求め、それに基づいて試験時の負荷を設定する数式を定めている。

（1）強度試験の種類

ア．動的試験

２トンの重りをＲＯＰＳに衝突させて負荷をかける方法で、トラクタ質量６トン程度が上限である。日本では1996年まで行っていたが、この方法による試験の依頼がなくなったので装置を撤去した。



イ．静的試験

油圧シリンダを使用してＲＯＰＳに微速で負荷をかける方法で、小型から大型までどのようなトラクタにも対応できる。最近では世界的にこの方法が主流となっている。



（２）静的強度試験のために依頼者が用意するもの（日本の場合）

ア．構造調査表：ＲＯＰＳとそれを装着可能な一連のトラクタに関する説明資料



イ．構造調査用トラクタ：全ての装備が付いた最大質量のもの

ウ．強度試験用トラクタ：強度試験時に必要な装備のみを取り付けたもの

エ．トラクタ取り付け金具：強度試験用トラクタをテストベッドに固定する金具





（３）静的強度試験の手順ーその１（生研センター方式：安全域の模型を使わない場合）

ア．構造調査用トラクタの測定

・諸元（質量、主要部の寸法など）

・機体部位の座標値（座席基準点と機体主要部の位置関係等を求める。）



イ．強度試験用トラクタのテストベッドへの据え付け

・後輪は取り外し、前輪はテストベッド面に接しないようにして固定する。



ウ．強度試験用トラクタの測定

・ＲＯＰＳに負荷試験中の変形を知るための測定点をマーキング

・ＲＯＰＳ原形の測定（ハンドル中心を基準点としてマーキングした点の座標値を求める）



エ．試験の手順にしたがった負荷をかける

・全試験を１つのＲＯＰＳで行う。

・各負荷で最大変形状態と負荷を抜いたときの状態について、マーキングした点の座標値を測定する。変形状態を評価するために予定した点以外の測定が必要になったときは、随時測定点を追加する。



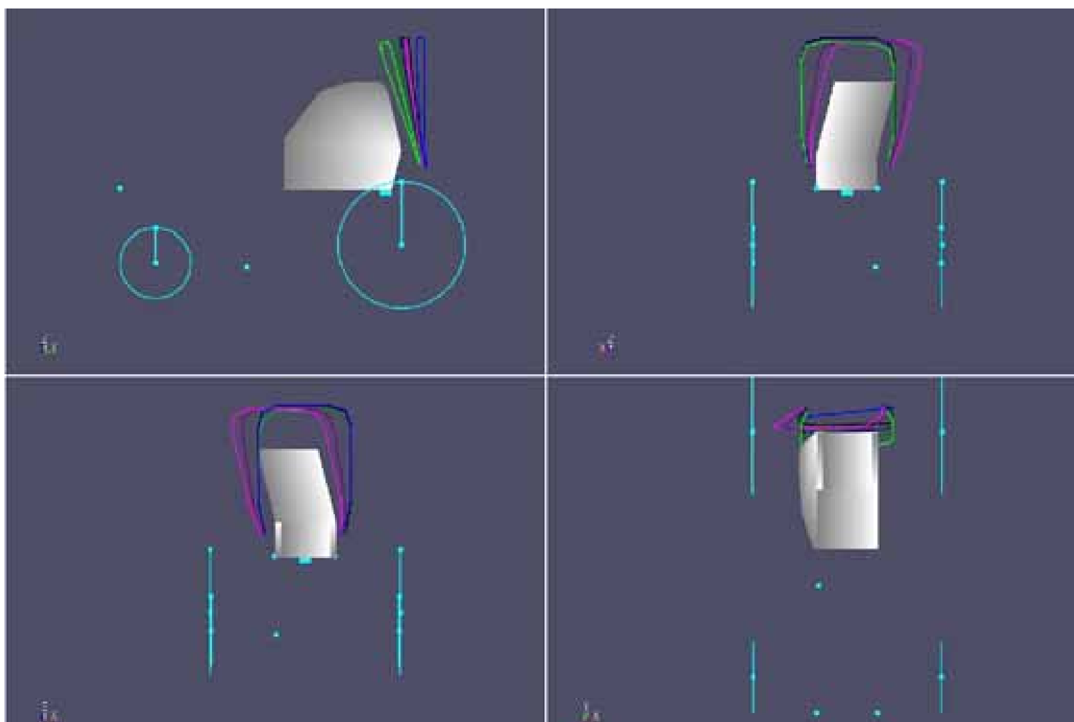


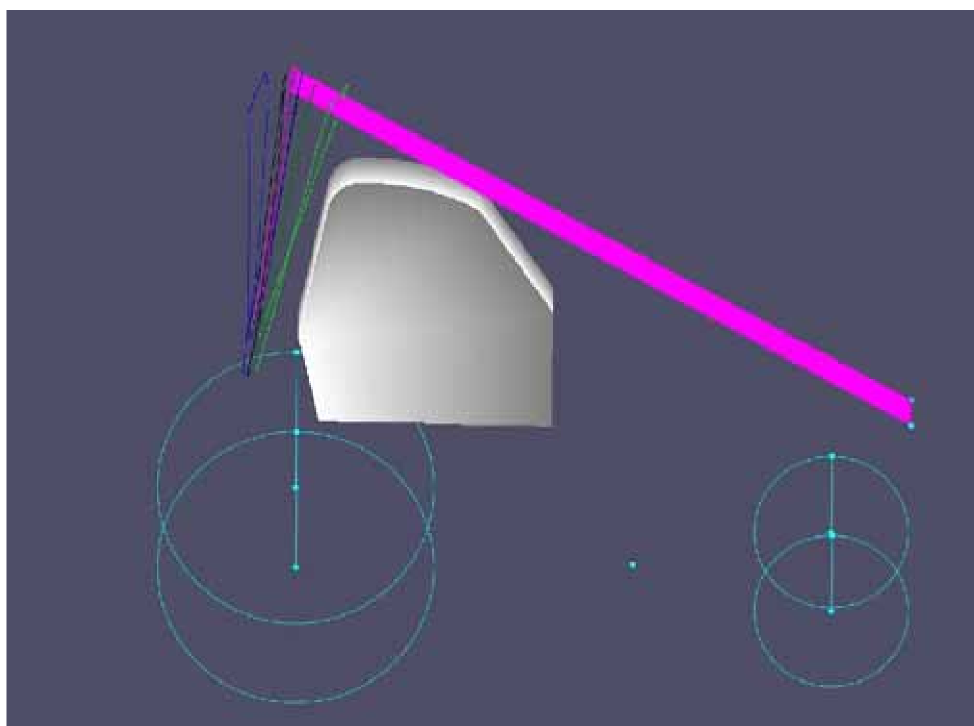
・途中で重大な破損が生じて所定の負荷に耐えられない状態になった場合は、試験を打ち切る（不合格）。

オ．安全域が保護されたかどうかの判定

・ＲＯＰＳ原形、負荷中の変形状態などのパーソナルコンピュータに記録したデータを用いて、安全域とＲＯＰＳの位置関係を作図し、全試験を通じて安全域への部材等の侵入がなかったかどうか判定する。また、安全域が保護面から外に出なかったかどうかについても判定する。

・安全域が保護されていれば試験に合格する。





（4）静的強度試験の手順－その２（安全域の模型を使用する場合）

ア．前項３と同じ。

イ．前項３と同じ。

ウ．安全域模型のトラクタへの据え付け

・供試機の座席基準点、ハンドル、座席に合わせた形で据え付け。



ＯＥＣＤ　コード８の例

エ．試験の手順にしたがった負荷をかける

・全試験を１つのＲＯＰＳで行う。

・各負荷で安全域への部材等の侵入がないか観察する。

・保護面外に安全域が出ないかどうか調べる。

・全負荷を通じて安全域が保護されていれば試験に合格する。

・テストコードで求められる最小限の部材の変形量なども測定する。

・途中で重大な破損が生じて所定の負荷に耐えられない状態になった場合は、試験を打ち切る（不合格)。

オ．前項３と同じ。

（5）負荷をかけ終わった後のＲＯＰＳの処理

・ＲＯＰＳを分解してトラクタから取り外し、依頼者から提出された資料と照合しながら、各部部材の寸法・形状、部材破損の有無などを調べる。あわせてトラクタ側の取付部の状態も調べる。

・ＲＯＰＳの質量を計る。



3）ＲＯＰＳ静的強度試験装置の製作

（１）試験装置設計に必要な基礎資料

ア．供試トラクタの想定

・トラクタ大きさ：機体質量、機体寸法など

・トラクタの種類：車輪式（狭輪距、広輪距)、クローラ式

イ．必要な測定精度（ＯＥＣＤコード４の例）

・時間　±0.2秒

・距離　±0.5%

・力　　±1.0%

・質量　±0.5%

（２）試験に必要な装置

ア．トラックスケール

供試トラクタ質量測定用

イ．水平負荷装置

・加圧板

・荷重測定装置



・油圧シリンダ

・油圧シリンダを動かして供試フレームの負荷位置に合わせる装置

・負荷点（油圧シリンダのピストンロッド）変位測定装置

・強固な油圧シリンダ支持構造物（負荷中のたわみは極小であること）



・計測・データ処理・制御用パソコン、運転制御部



・油圧制御装置



ウ．圧壊負荷装置

・圧壊ビーム

・油圧シリンダ

・荷重変換器

・油圧制御装置



エ．テストベッド

・強固な供試トラクタ固定用レール（負荷中のたわみは極小であること）

・水平で平らな床面



オ．クレーン、ガレージジャッキ、フォークリフトなど

・供試トラクタ据え付け用

カ．供試フレーム変形量測定具／装置



キ．座席基準点測定具

左：ＳＩＰ測定具
右：ＳＲＰ測定具



ク．装置を収容する建物

Ⅲ　作業機の新技術と性能評価

１．田植機の新技術と性能評価

１）はじめに

田植機は、トラクターやコンバイン等と同様に、我が国の稲作機械化体系にはなくてはならない作業機である。昭和４０年代に実用機として歩行型が世に出てから１０年余りで乗用型が出た。田植機は、特殊な栽培法や山間地の狭小な棚田を除けば、全国隅々にまで普及している。技術的にはほぼ完成された作業機と言えるが、ユーザーのニーズの多様化に伴い、性能、機能、安全性についても年々改良が重ねられている。

２）田植機の種類

田植機には乗用して作業を行う乗用型田植機と運転者が歩きながら田植を行う歩行型田植機がある。乗用型田植機は、さらに、植付部にクランク機構を利用しているクランク式田植機（図１）と歯車機構を利用しているロータリ式田植機（図２）に分けられる。クランク式は駆動軸１回転で１回植え付けるが、ロータリ式では２回植え付けることが出きる。すなわち、田植えの高速化が可能となる。これらの田植機に適合する苗は、植付爪で掻き取りながら植え付けるマット苗であるが、苗が既に株単位になっているポット苗（図３）もあり、野菜用セル成型苗移植機と同様の機構である。最近では、環境に優しい、人に優しい機械が望まれているが、省農薬が期待されている紙マルチ田植機や苗箱が少なくてすみ軽労化になる疎植栽培用田植機などが販売されている。

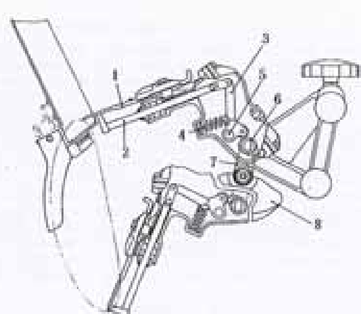


図１　クランク式植付機構

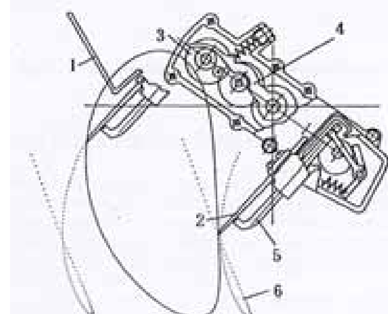


図２　ロータリ式植付機構


図３　ポット苗の苗箱

３）田植機の普及状況

図４は、ここ５年間の主要３機種を含む農業機械の出荷台数を示している。毎年、トラクターに次ぐ出荷台数であり、５万台前後である。この出荷台数は、乗用型と歩行型の合計である。

平成１５年度に限って見てみると、乗用型と歩行型はそれぞれ約 43,800 台と約 3,500 台で、93%と７%の割合である。さらに、植付方式で分けると、ロータリ式が乗用型の内の 69%（30,100 台）でクランク式が 31%（13,700 台）である。

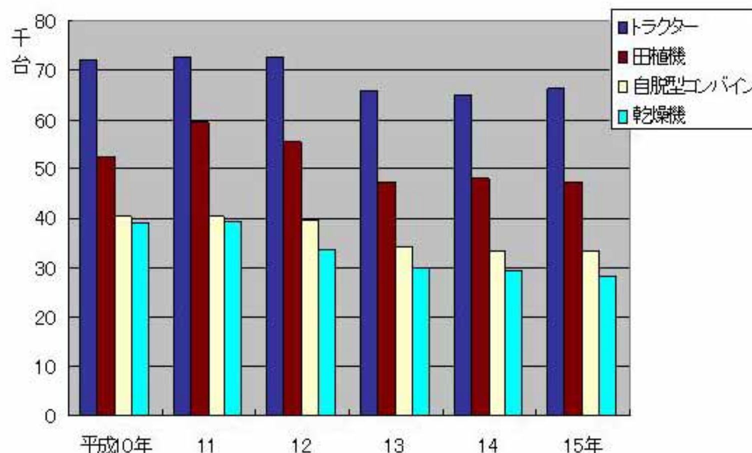


図４　年度別田植機出荷台

図５は、乗用型田植機を地域別に出荷台数を見たものである。北海道を除く地域では、４～５条が最も多く、６～７条、８条以上と続く。特に、東海から西はほぼ 90%以上が４～５条で、特に中国四国にいたっては 96%程度が４～５条である。一方、一筆の大きさが他の地域に比べ、特に広い北海道では６～７条が最も多く、８条以上、４～５条の順となっており、地域の特色を表している。

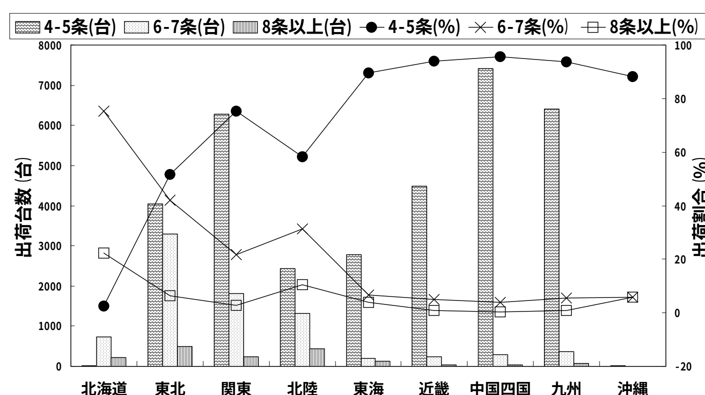


図５　地域別出荷台数（平成１５年）

４）鑑定から見た田植機の状況

（１）安全鑑定受験機の傾向

表１は過去５年間の受験機の台数と条数、出力である。ほとんどが乗用型であるが、近年の米生産の多様化により、乗用型田植機の傾向も多様化しつつあるといえる。植付条数が同じでも、施肥機や各種自動化装置を付加し、高出力機関を搭載したハイグレード田植機から、必要最小限の機能で軽量・コンパクトなエコノミー田植機までその仕様は様々であり、明らかにユーザーの指向にターゲットを絞っているように思われる。それを示すのが図６の１条当たりの価格である。最も高額な６条植の再生紙マルチ対応の田植機から条当たり 10 万円台の植付機構がクランク式のものまであり、最近は施肥機が付いているものがほとんどであるが、これらはおよそ条当たり 30 万円台である。

表１　受検機の条数及び出力

年度	台数	条数	出力(kW)
15	17	4-10	2.2-14.7
14	14	4-8	2.1-14.7
13	13	4-8	2.8-7.7
12	7	4-8	2.0-7.7
11	8	2-10	1.3-11.8

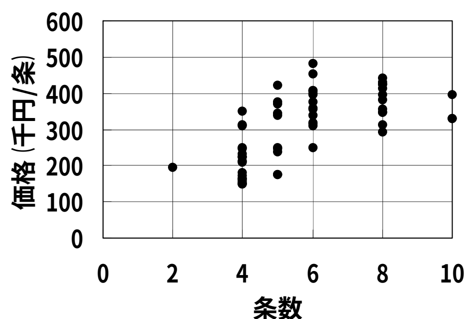


図６　条数当たりの価格

（２）仕様について

植付方式は、乗用型では回転式植付機構が多く用いられているが、上述したように価格を抑えるためクランク式を採用するものがあり、価格が同じ条数の歩行型田植機と同程度で今後増加することが見込まれる。機関出力は、図７に示すように、同じ植付条数であってもメーカーや仕様によって大きな幅がある。例えば、４条植えでは２～５kW 程度、５条植えでは３～８kW 程度、６条植えでは４～13kW、８条植えでは７～15 kW 程度となっている。大型田植機では小型トラクター級の 15kW 程度のエンジンを載せた 10 条植えも登場しており、大規模農家、営農集団、受託農家等を対象にした機種と考えられる。ここ数年間で同一条数における上限と下限の出力の幅が広がっており、今後も

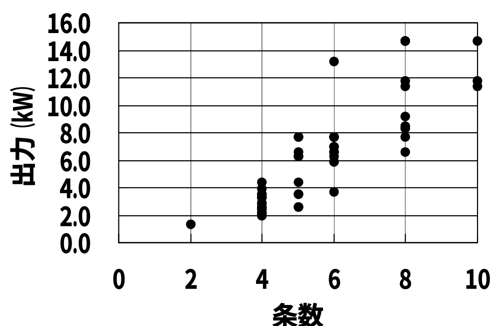


図７　条数と出力

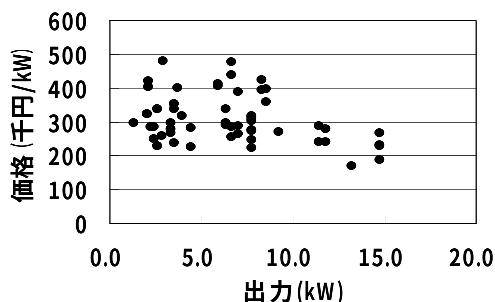


図８　出力当たりの価格

この傾向は続くものと思われる。なお、参考のため出力当たりの価格を図８に載せておく。

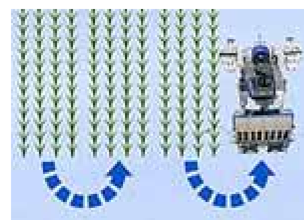
使用する苗の種類で現在一般的なものは主に稚苗～中苗用のマット苗と中苗～成苗用のポット苗とに分類される。ポット苗は早場米や寒冷地等での稲作に利用される。

５）田植機の性能及び新技術

植付性能に関しては、条件にもよるが型式検査結果によると欠株率は1.0％未満、連続欠株については0.1％未満の田植機が多い。作業速度は、通常0.8～0.9m/s程度で、速度を上げても1.2m/s程度までであれば大きな精度の低下は発生しない機種も多い。圃場作業量は１時間当たり50a程度（枕地植えを含まない）の10条植えも登場している。

高速作業による疲労を運転者に与えないための各種自動化装置が装備されている。現在ではごく一般的になっている植付部昇降制御、植付部左右水平制御に加え、植付部前後水平制御、植付深さ自動調節装置、パワーステアリング感度の自動調節装置、急加速防止装置などである。

また、大型化に伴い特に回行時の運転操作性の向上が図られている。ハンドルの近くにスイッチレバーを装備した田植機は、指一本で植付部の昇降、マーカーのセット、植付クラッチの入切を行える。また、ギヤを後進に入れると植付部を上昇させる機構、旋回時前輪増速機構などもある。その他の取扱性・操作性についても各種の改善が施されており、変速装置では、HSTやベルト変速によりレバー操作での無段変速が可能な機構が取り入れられているものもある。また、一部の機械では、それらの変速機構を用いることで、変速レバーを用いずにアクセルペダルのみで変速を行い、オートマチック乗用車の感覚で運転可能な機械も登場してきている。回行時にハンドルを切ると後輪内側のクラッチが切れ、片ブレーキをかけることなく旋回できる機能を有したものも登場するなど操作の簡略化、誤動作防止が図られている。


図８　快適旋回操作

安全性については、操作性の向上とともに操作ミスを防ぐ改良が図られており、現在では植付部以外の可動部はほぼ防護されている。乗用田植機は傾斜に対する安定性も静的転倒角がほとんどのものが左右30度を越えており、機体のバランスに留意した設計がなされている。圃場の出入りや畝越えなどの際には降りて操作が行えるよう、クラッチの入切と同時にブレーキをかけるレバーを備え、移動速度も超低速の段を設けているものもある。また、苗供給時に無理なく行えるように回転シートを採用したり、運転席回りや後車軸上方にステップを設けるなど、苗供給、肥料供給が容易に行えるように配慮されている。

育苗、運搬などに関する機器も充実してきている。田植では 10a あたり 20 枚程の苗箱を使用するが、大規模化に伴い、使用枚数も増加しており、苗箱のハンドリングの軽作業化も重要である。そこで、苗運搬装置や苗箱洗浄機などの関連機器も市販され、利用が進んでいる。また、植付株数を減らす疎植栽培対応の専用機やオプションで対応できる田植機も市販されている。

６）田植機の検査方法

田植機の性能評価を行っている型式検査の内容について概略説明する。

（１）適用範囲及び用語の意味

この検査は、水稲の移植作業に用いられる動力田植機のうち、土付き苗を使用するものに適用する。使用される用語のうち主なものについては解説している。例えば、「苗立数：マット苗の場

合は２㎝×２㎝ の区間内の苗数を測定して、それを１㎝²当りの苗数に換算した値をいい、短冊苗の場合は長さ２㎝の間の苗数を測定して、それを１㎝当りの苗数に換算した値をいい、ポット苗の場合は１ポット内の苗数をいう。」のごときである。以下、苗の分離抵抗、地上部乾物質量、床土（培地）の含水比、車輪の滑り率、ほ場作業量、埋没株率、浮苗株率、全欠株率数、連続欠株率、繰出・吐出量、施肥量について解説している。

（２）検査の項目

検査は、構造調査、安全確認調査、作業性能試験、取扱試験、連続運転試験、分解調査の各試験項目及び調査項目について行う。なお、本検査では、受検機の能力が十分発揮できる状態で試験を行う。

（３）試験及び調査の項目

ア．構造調査

この調査の目的は、供試機の機構、主要寸法、質量、装　備等を知ることである。測定及び調査項目は、使用苗の種類、機体の大きさ及び質量、機体のバランス、機関、操縦・操作部、動力伝達部、機体支持方法、走行部、貯苗部、植付け部、施肥装置、附属部品及びその他の装置、その他必要な事項である。

イ．安全確認調査

この調査は、供試機の安全性を確認することを目的とし　ている。安全装備や安全装置等を確認するとともに、調査員が供試機を運転して、安全性を確認する。測定及び調査の項目は、安全鑑定の項目と同様である。



図９　静的転倒角測定

ウ．作業性能試験

ａ．植付性能試験

この試験は、供試機の作業精度、作業能率及び運転状態を知ることを目的としている。植付条数１条につき約2.5ａのほ場に、植付深さ２～３㎝、１株本数３～５本、植付密度約 22 株/㎡ を標準として植付作業を行う。施肥装置があれば施肥作業も同時に行う。



図 10　植付性能試験測定

○測定及び調査項目

測定及び調査項目は以下のとおりである。

供試苗の条件：苗の種類、床土（培地）の種類、品種、播種量、育苗法、育苗日数、草丈等々

ほ場条件：耕うん方法、しろかき方法、砕土均平の程度、夾雑物の有無、水深、土質、等々

肥料の性状（施肥装置を有する場合）：（粒状肥料の場合）　粒度分布、みかけ密度、その他必要な事項、（ペースト肥料の場合）粘度、密度、その他必要な事項、

運転条件：作業人員、作業速度、枕地幅、１株本数、条間、株間及び各部の調節位置等々

その他：作業時間、作業速度、回行時間、苗供給時間、肥料の供給時間（施肥装置を有する場合）等々

ｂ．繰出・吐出性能試験


図 11　繰出･吐出性能試験

この試験は、施肥装置の性能を知ることを目的としている。供試機の走行部を停止させて、植付部及び施肥装置のみを稼動させて試験を行う。

〇測定及び調査項目

測定及び調査項目は、供試肥料の性状、運転条件、植付爪作動回数、繰出・吐出量等々である。

エ．取扱試験

この試験は、供試機の取扱いの難易、適応性、環境への影響等を知ることを目的としている。２人以上の調査員が供試機を用いて作業し、各部の調節を行って調査する。

〇測定及び調査項目

測定及び調査項目は、供試苗、供試肥料及び供試ほ場の条件、作業速度及び供試ほ場の条件並びに各部の調節を変えた場合の性能等々である。

オ．連続運転試験

この試験は、供試機を連続して運転した場合の各部の故障又は異常の有無及び防じん防水性の良否を知ることを目的としている。試験は、代かき後の水田又は試験泥水槽を用いて、定格エンジン回転速度の約 90%で、最高速度段の植付速度で行う。苗は使用しないで、苗載台に１台当り質量 5.5ｋｇのおもりを載せて、連続で１０時間行う。試験終了後、車軸部、植付部その他必要な部分を分解する。

〇測定及び調査項目

測定及び調査項目は、運転状態及び運転時間、各部の発熱及び油もれ、各部の故障又は異常、車軸部等々である。

カ．分解調査

この調査は、試験中に異常が認められた場合又は特に確認する必要がある場合に、供試機の状態及び構造を確認することを目的として行い、供試機を分解し調査するとともに、必要に応じてはめ合い、硬度、仕上げ加工の程度等も測定調査する。

（４）検査の基準

検査には以下の基準があり、これら基準に適合しなければ検査合格とはならない。

ア．構造

ａ．作業者等に危険を及ぼすおそれのある部分は、防護のため措置が施されていること。

ｂ．作業者等が誤操作をおこしやすいような著しい欠陥のないこと。

イ．性能

ａ．植付性能試験において、植付け作業が円滑に行われること。

ｂ．植付性能試験において、全欠株率は５％以下で、かつ、２株以上の連続欠株率が少ないこと。

ｃ．植付性能試験において、株間及び条間の偏差が著しく大きくないこと。

ｄ．作業性能試験において、施肥装置は円滑に作用すること。

ウ．取り扱い

ａ．作業者が著しく疲労するような欠陥のないこと。

ｂ．作業者が著しく危険を感ずるような欠陥のないこと。

ｃ．燃料消費量は著しく多くないこと。

ｄ．騒音及び振動は著しく大きくないこと。

ｅ．部品の交換、各部の調節又は手入れが著しく困難である等、作業上支障となるような欠陥のないこと。

エ．耐久性

ａ．主要部又は容易に交換できない部品に破損又は異常のないこと。

ｂ．油もれが認められないこと。

ｃ．主要部への泥水等の侵入がないこと。

ｄ．焼付きや異常摩耗のないこと。

７）田植機の作業負担

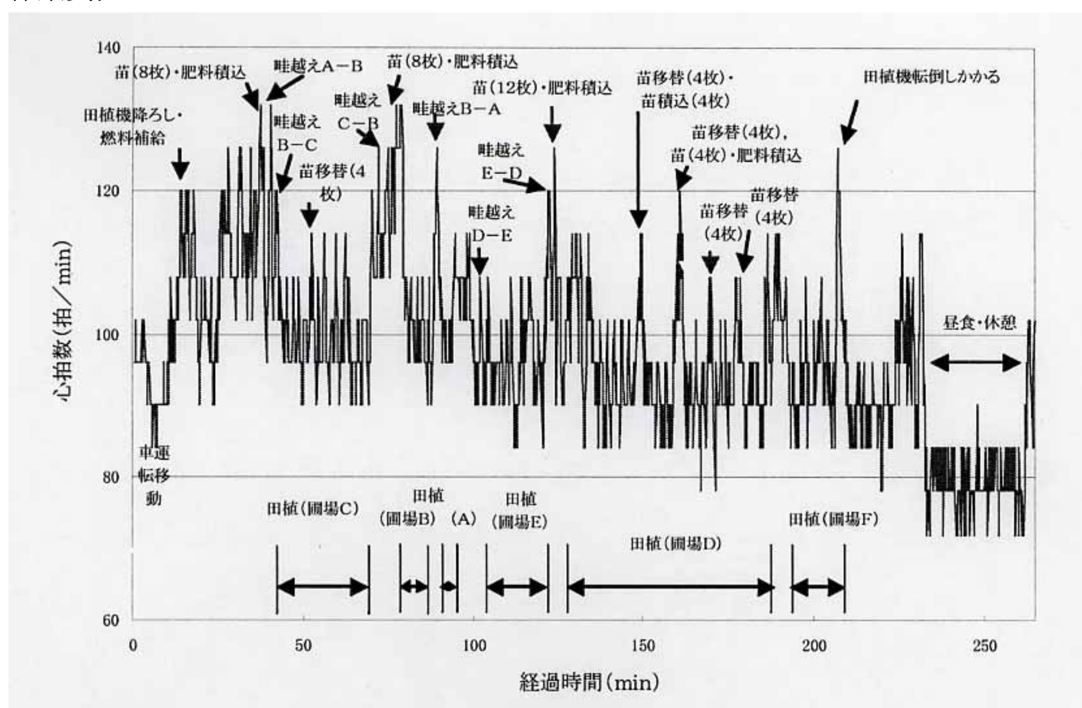


図 12　畦越え時の心拍数の例

田植機は、その作業の性格上軽量コンパクトに作られており、また苗載せ台等、重心が高い位置になりやすい性格を持っている。このため、不安定になりやすく安全には十分気を遣う必要がある。生研機構が平成 15 年に行った「農業機械の安全装備と使用実態調査」では、特にほ場への出入りに危険を感じることがあるという回答を半数近くが答えている。図 12 は畦越え時の心拍数を示したものである。畝の高さにより心拍数が変わっているが、少なくとも心拍指数で 1.3 はあり、中労働と同等の負担を作業者に与えている。図 13 は山間地の棚田での畦越え風景である。


図 13　畦越え

８）最後に

最近では、田植機の車体に植付機、直播機、除草機、溝切機等の作業機を搭載し、様々な作業に対応できる多目的田植機が登場してきたが、より様々なニーズに対応していく多様化が予想される。他方、自律直進装置を有した機械の登場等、一層の高性能化が進むものと考えられる。

2．コンバインの新技術と性能評価

1）はじめに

ここでは、コンバインのうち、広く用いられている自脱型コンバインについて、性能評価試験の概要と近年採用された主な新技術について述べる

2）コンバインの性能評価指標

コンバインの性能評価は、大きく①作業精度、②作業能率、③取扱性、④耐久性の４つの視点から行われ、それぞれについて以下のような評価指標が設けられている。

（1）作業精度

ある条件におけるコンバインの作業精度は次の３つの指標から評価される。

ア．穀粒損失

収穫すべき穀粒の全量のうち、コンバインが収穫できなかった穀粒の割合を表したものである。いわば、作業精度の量的な評価といえる。

穀粒損失は、頭部損失（ヘッドロス）、脱穀損失、選別損失に大きく分けられる。

ａ．頭部損失

収穫作業によりほ場に落下した穀粒。主にヘッダ部での作物の搬送による脱粒に起因し、作物の脱粒性に大きく影響される。

ｂ．脱穀損失

排わらと共に排出された穀粒。脱穀されなかった穀粒（こぎ残し）と脱穀された後にわらと共に排出された穀粒（ささり粒）の２種類に分けられる。脱穀機の構造・運転条件と穀物流量等に影響を受ける

ｃ．選別損失

脱穀され、選別部に送られたものの、わらくず（チャフ）と共に排出された穀粒。選別部の構造、選別制御（シーブの開度、ファンの開度・風量）、穀粒流量等の影響を受ける。

イ．夾雑物割合

夾雑物とは穀粒中に含まれるわらくず、不稔粒等の異物である（図１）。夾雑物割合はコンバインの穀粒口から採取されたサンプル中の夾雑物の割合を示した数値である。いわば、収穫物のきれいさを表しているといえる。

ウ．損傷粒割合

脱ぷ粒とはもみがらが 50%以上剥がれた穀粒をいい、破砕粒とは一部が欠けた状態の穀粒をいう。ただし、実際には破砕しているものも含めそのほとんどが脱ぷ粒である（図２）。夾雑物割合はコンバインの穀粒口から採取されたサンプル中の損傷粒の割合を示した数値である。いわば、脱穀のていねいさを表しているといえる。


図１　夾雑物の例


図２　損傷粒の例

（２）作業能率

コンバインの作業処理能力を表す指標で、単位時間当たりに作業できるほ場面積をいう。実際には、ある面積のほ場を作業精度試験と同じ条件で収穫した時の所要時間から求める。全作業の能率だけでなく、刈取作業、排出移動作業、排出作業等の各要素作業が総作業時間に占める割合も重要な指標である。

（３）取扱性試験

コンバインの取扱性評価指標としては、取扱性、安全性の他、騒音、振動、紛塵といった作業環境に係るもの、さらに近年では環境負荷に配慮し、排気煙濃度が用いられている。

（４）耐久性

コンバインの耐久性は、連続運転試験および全作業後の分解調査による異常の有無をもって評価している。

３）コンバイン評価試験の方法

（１）作業精度試験

ア．試験区の設定

コンバインの作業精度は穀粒流量すなわち作業速度に大きな影響を受ける。一般的に作業速度が増大すると、作業精度は悪化する。また、近年では自動選別装置を装備した機種が多くなっているが、これらにおいては設定により 0.4m/s 程度の低速で精度が低下するものがある。

そのため、作業精度試験では、同一ほ場で 0.4m/s から最高作業速度まで作業速度を 6 段階に設定して試験を行っている。

イ．試験サンプルの採取

作業精度試験の試験サンプル採取は、一定の長さのほ場部分において、コンバインから排出される全ての試料を回収する方法で行われる。

具体的には、長さ 40m 以上のほ場で、試験区の前に 20m 以上（通常 30m）の助走区間を設け、その後 15m または 20m のサンプリング区間を設置する（図３）。



図３　精度試験のサンプリング区間

サンプリング区間では、コンバインの穀粒口、排わら口、排塵口から排出される全ての試料（穀粒、わら、わらくず）を回収する（図４）。



図４　精度試験サンプルの採取

ヘッドロスについては、全量の回収は困難であるため、単粒についてはサンプリング区間内に 0.5m の試験区を４区間設け、その区間内の全量を採取し、落穂、刈残しについては採取可能な区間内の全量を採取している。

ウ．試験サンプルの処理

採取したサンプルは、処理室に運搬し、穀粒損失、夾雑物割合、損傷粒割合の測定を行う。穀粒損失は、採取した排わら口および排塵口サンプルの全量を処理し、含まれる穀粒を測定することで求める。また、夾雑物割合、損傷粒割合は、採取した穀粒サンプルを均分して、約 600g の測定サンプルを作成し、これを選別することで求める（図５）。

穀粒口サンプルの処理は、従来手選別で行われていたが、近年、選別装置が開発、実用化され、大幅な省力化が進められている。

夾雑物選別装置は、穀粒と夾雑物の反発係数の違いを利用したもので、サンプルを傾斜した反発板に落下させ、反発後の飛散距離によって選別を行うものである（図６）。損傷粒選別装置は、正常粒と損傷粒における光の透過性の違いを利用したもので、透明な樋の上にサンプルを搬送し、透過画像を処理し、判別した損傷粒をエアピンセットで摘出するものである（図７）。

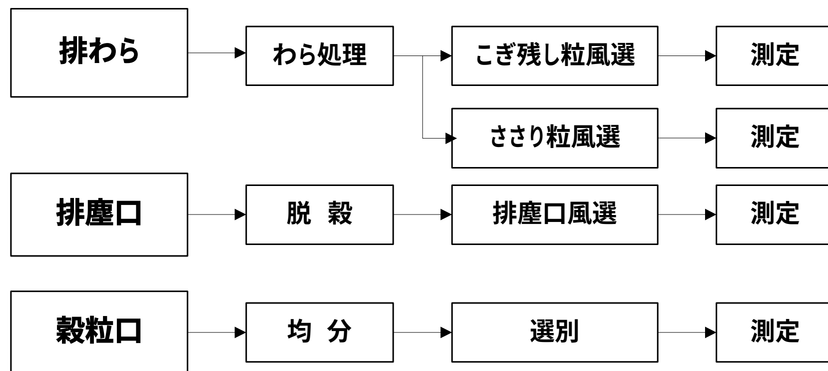


図５　サンプル処理のフロー

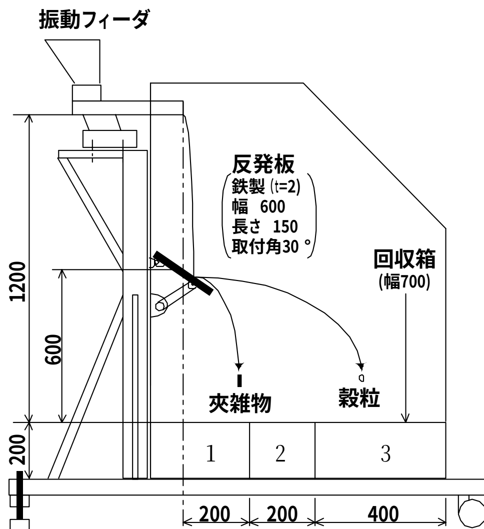


図６　夾雑物選別装置

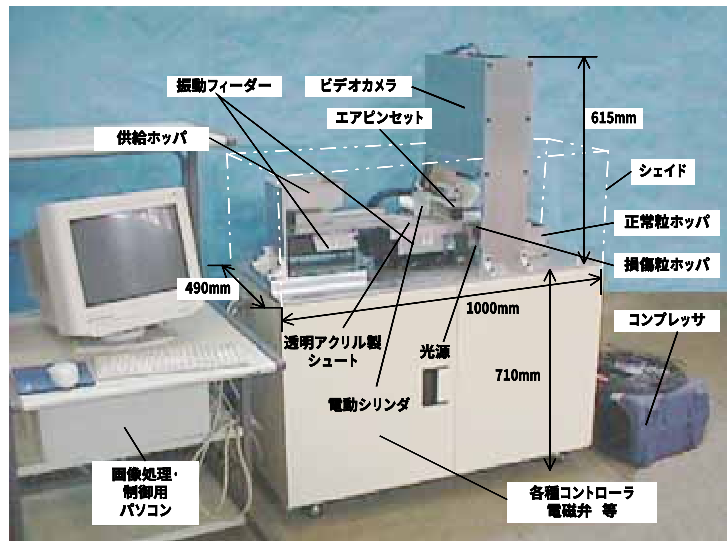


図７　損傷粒選別装置

（２）作業能率試験

ア．試験条件

作業能率試験は原則として作業精度試験と同一の作業条件で実施する。特に作業速度については、能率への影響が大きいため、精度試験で基準をクリアした最高の速度を上回らない速度で行うこととしている。ほ場面積は２条刈では 10a 以上、３条刈では 20a 以上、４条刈以上では 30a 以上である。ほ場の長辺は 40m 以上と定められており、実際は長辺 70～80m のほ場で実施している。４隅の手刈は最小限度とし、手こぎ作業は全作業終了後行っている。

イ．測定項目および方法

作業能率試験では以下の測定を行う

ａ．ほ場条件

ほ場の長さ・幅、手刈部分の長さ・幅（図８）、土壌硬度

ｂ．作物条件

作物全長、立毛角、条間・株間、収量、含水率

ｃ．全作業時間

作業開始から、刈取作業の終了および排出作業の終了までの時間

ｄ．刈取時間

刈取を行っている時間（図９）

ｅ．排出時間

刈取終了から排出後再度刈取を行うまでの総時間（排出時間＋排出移動時間）と、排出クラッチを入れてから切るまでの時間（排出時間）を測定する（図 10）。

ｆ．作業速度

ほ場長辺中央部の 20m 以上の区間において作業速度を測定し、設定した上限を超えていないか確認する。

ｇ．作業行程図

作業の行程（回り刈の回数、隅刈の切り返し回数、中割の回数、往復刈の行程数等）を記録する。

ｈ．燃料消費量

作業中に消費した燃料の量を満タン法で測定する。



図８　手刈面積の測定



図９　刈取時間および作業速度の測定



図 10　排出時間の測定



図 11　耳もと騒音の測定

（３）取扱性試験

コンバインの取扱性としては以下の項目を測定する。

ア．耳もと騒音：測定用ヘルメットを用いて耳もとにマイクを設置し、作業中の騒音を測定する（図 11）。

イ．振動：作業中のオペレータ着席時における座席の３軸振動を測定する。

ウ．紛塵：口元にフィルタを設置して作業中の周囲空気を吸引し、フィルタの質量増加と吸引空気量を測定する（図 12）。

エ．排気煙濃度：作業中の排ガスの一部をサンプリングし、フィルタで黒煙を吸着して、その黒さから求める（図 13）。

オ．取扱性：作業のしやすさ、各操作部の操作性をアンケート方式で調査する。また、各操作部の操作力を測定する。

カ．安全性：可動部の防護、運転操作装置、安全標識等の安全装備について安全鑑定基準に準じて調査する。



図 12　粉塵の測定



図 13　排気煙濃度の測定

（4）耐久性

コンバインの耐久性評価では、刈取部の連続昇降試験と、全試験終了後の分解調査を行っている。刈取部の連続昇降試験では、10 秒間隔で連続 1000 回の昇降を行い、油温と油もれなどの異常の有無を調査する。また、分解調査においては、刈取部、脱穀・選別部、各種搬送部、走行部を分解し、破損および異常の有無を詳細に調査する

4）コンバイン（自脱型）に関する新技術

（1）車体・走行部

近年のコンバインの車体・走行部の特徴としては、①車体長の短縮、車体の軽量化による取扱性の向上、②３・４条の全面刈（走行部が刈刃の内側にある）採用によるほ場周囲の刈取、中割時の取扱性向上、③能率向上のための出力向上、高速化が挙げられる。③については近年６条刈で出力が 90PS を超え、作業速度が 1.5m/s を超える大型コンバインが各社から発売されている。

（2）丸ハンドル式操向装置

従来、コンバインの操向はレバー操作によって片側のクローラのクラッチを切り、ブレーキをかけるという方法で行われてきた。そのため、操作時にガク付き感があり、微調整が困難であった。丸ハンドル式操向装置では、主変速用とは別に旋回用の HST を装備し、この HST により差動歯車（デフギヤ）を強制駆動することで左右のクローラに速度差を与えて旋回する（図 14）。ハンドルの切れ角に応じて、旋回用 HST の流量を変化させ、旋回半径を連続的にコントロールできる。

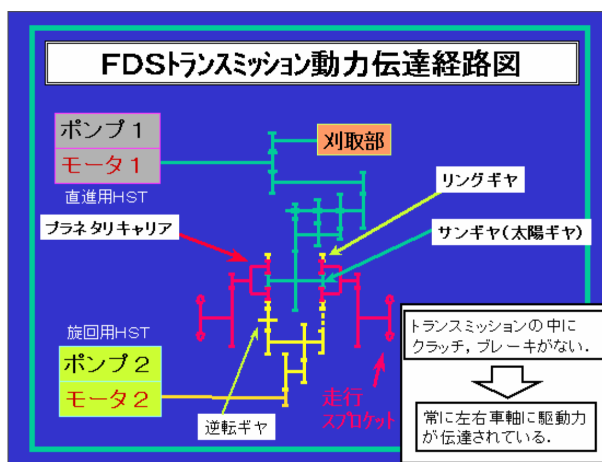


図 14 丸ハンドル式操向装置の動力伝達図

これによって、自動車感覚でのスムーズな旋回が可能である。

（３）車速連動搬送チェーン

脱穀部への作物の搬送を車速に連動した速度で行うものである。フィードチェーンが車速連動するものと、フィードチェーンの前に車速連動の供給チェーンを設けたものがある。前者は、脱穀時の作物の厚さを速度によらず一定にすることで、脱穀性能の向上を狙ったものである。後者はこぎ胴入口での稈の乱れを防止し、作物の姿勢を安定させてこぎ胴に供給することにより、脱穀性能を向上させせようとしたものである。

（４）前後分割こぎ胴

こぎ胴は、前部では主に稈から穀粒を分離する作用があり、後部では主に穂切粒の単粒化、ささり粒の排わらからの分離、わらくずの細分化等の作用があるといわれている。また、こぎ胴の周速度を増大させると、損傷粒が増大するが、単粒が増加するとされている。この機構はこれに着目し、こぎ胴を前後に２分割して、後部を前部より２割程度増速させた構造のものである（図 15）。脱穀を主に行う前部は、損傷粒を防止するため回転数を押さえ、穀粒の単粒化とわらからの分離を行う後部では、その作用を高めるため回転数を上げている。

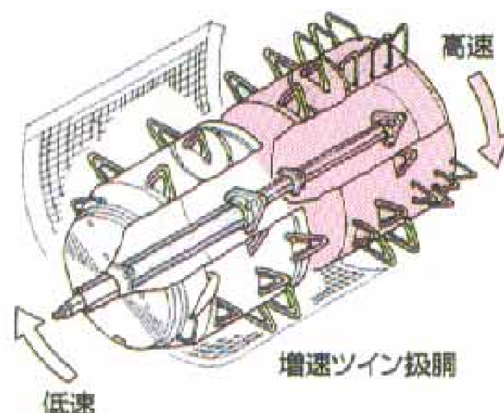
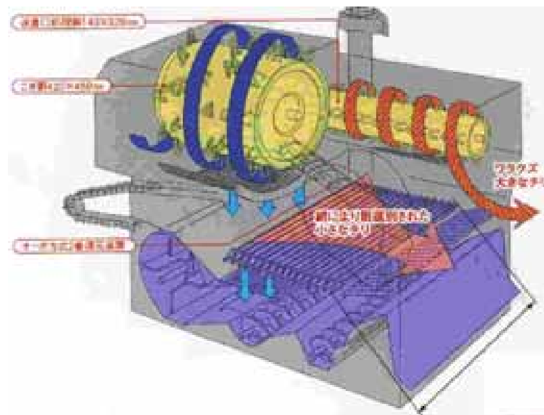


図 15　前後分割こぎ胴の例

（５）処理胴（第２こぎ胴）

穀粒の単粒化とわらくずからの分離を効果的に行うために、こぎ胴から排出される穀粒とわらくずの混合物を再度脱穀する機構である。こぎ胴と平行に処理胴を配置し、受網から落下しなかった排出物を処理胴に送って処理する方法（図 16）と、２番還元縦搬送部の入口または出口にこぎ歯を配置し、２番口に回収された材料のみを再処理する方法に大別され､最近では両者を組み合わせた構造のものもある。


図 16　処理胴の例

（６）自動選別装置

脱穀・選別部の状態に応じて、圧風ファンの風量およびシーブの開度を自動的に制御するものである。センシングの方法によって３種類に大別でき、①揺動板上の穀粒厚さを感知する方式、②シーブを通過した圧風の風量を感知する方式（図 17）、③排わらの厚さを感知する方式がある。

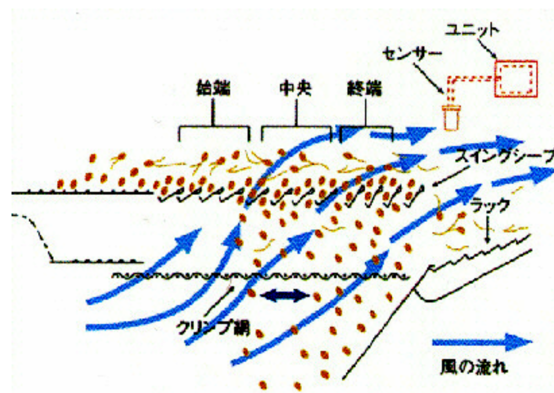


図 17　自動選別装置の例

（７）ズームオーガー

排出オーガーが内部のラセンを含めて電動シリンダにより伸縮する構造のものである（図18)。これによって、オーガーの到達距離が伸び、また、排出時の位置合わせが容易になる。



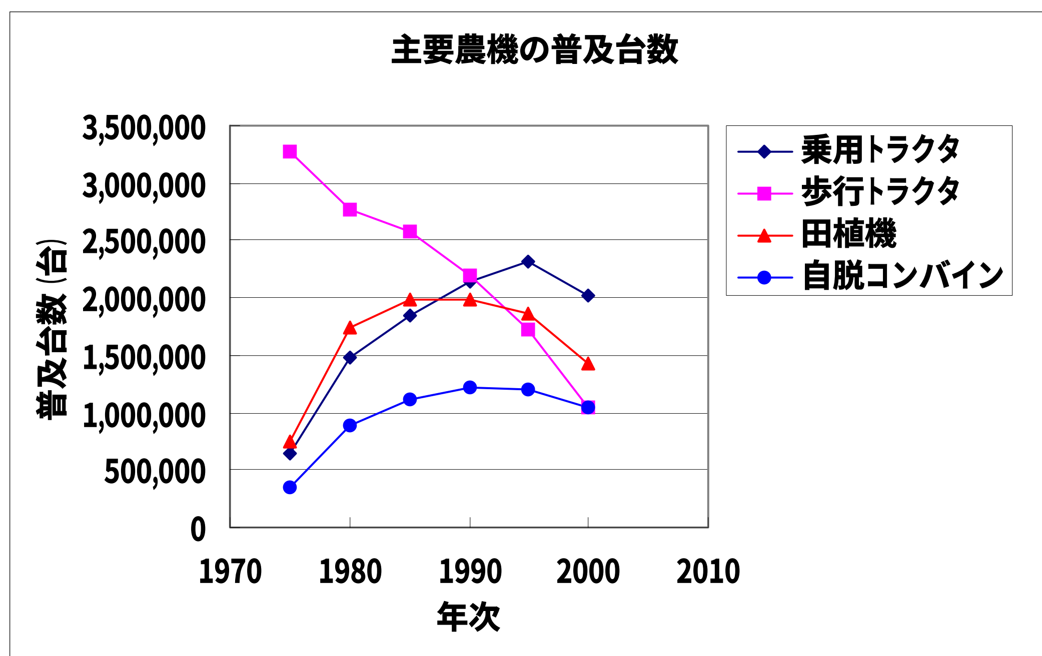
図 18　ズームオーガー

Ⅳ　農業機械の安全性評価

１．主要な農業機械の生産・普及状況

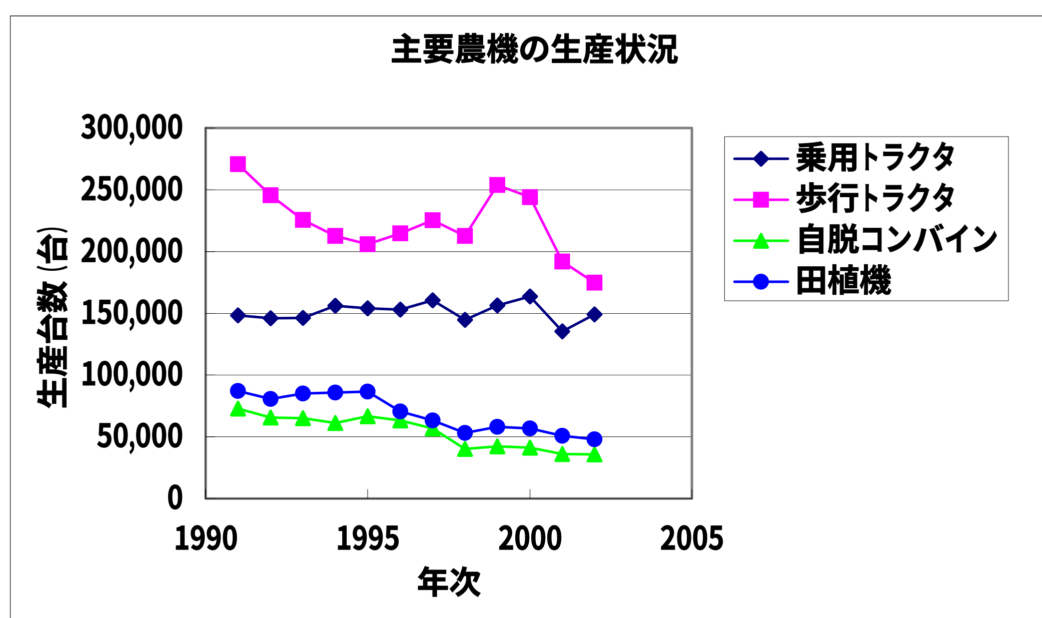
１）トラクタ、コンバイン、田植機の普及

1970 年代から水田用機械の普及が著しく進展し、農業機械による機械化一貫作業体系が確立した。2000 年には、総農家数(312 万戸)で見ると、乗用トラクタでは 66%、田植機は 46%、コンバインは 33%の普及となっている。

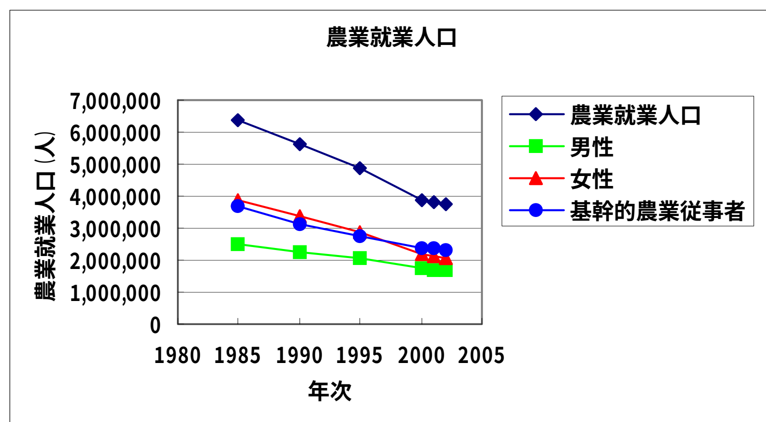


２）主要な農業機械の生産状況

生産台数では、以下のとおり推移している。乗用トラクタにあっては、2002（平成 14）年には 149,000 台生産され、このうち 129,500 台が輸出された。主な輸出先は、アメリカ、フランス、カナダ、ポルトガル、ベトナム、タイなどであった。

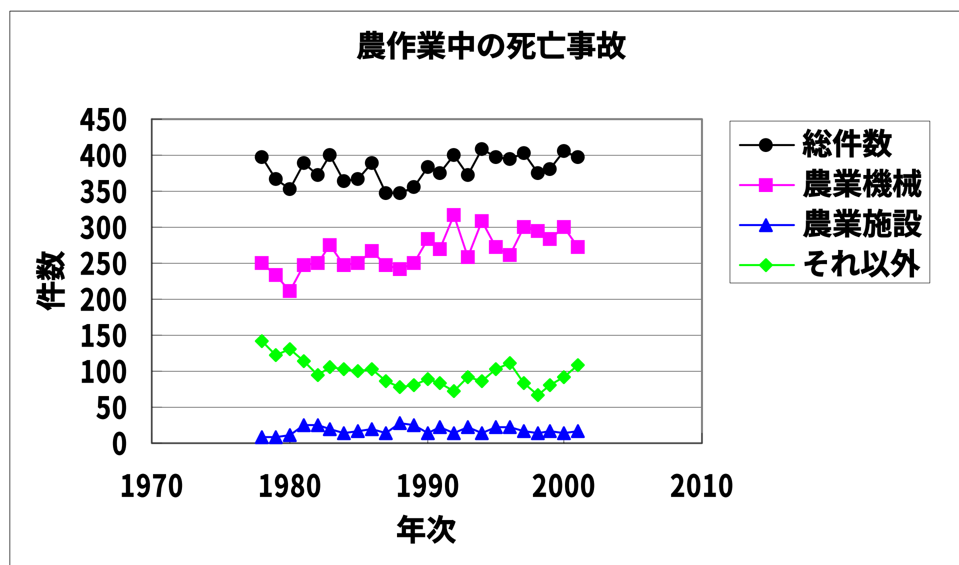


【参考】農家戸数の変遷

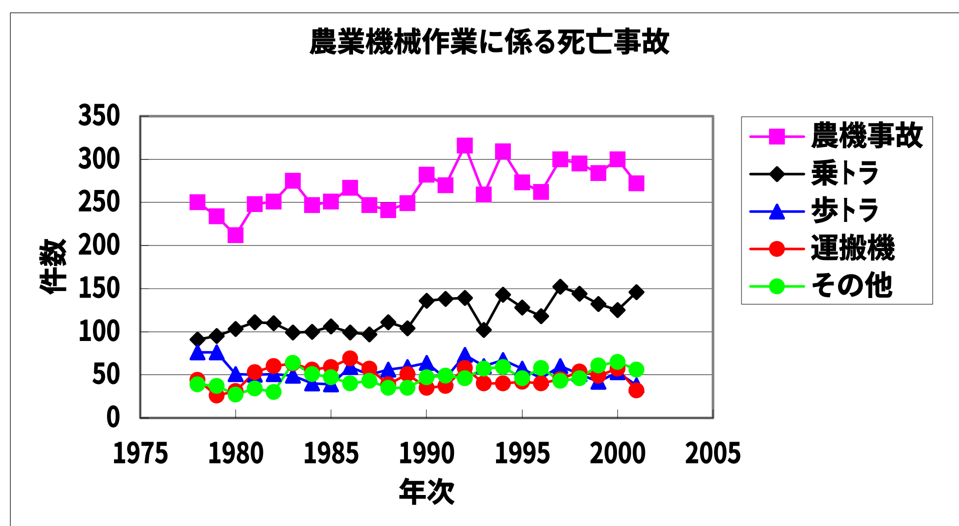


2．農作業事故実態

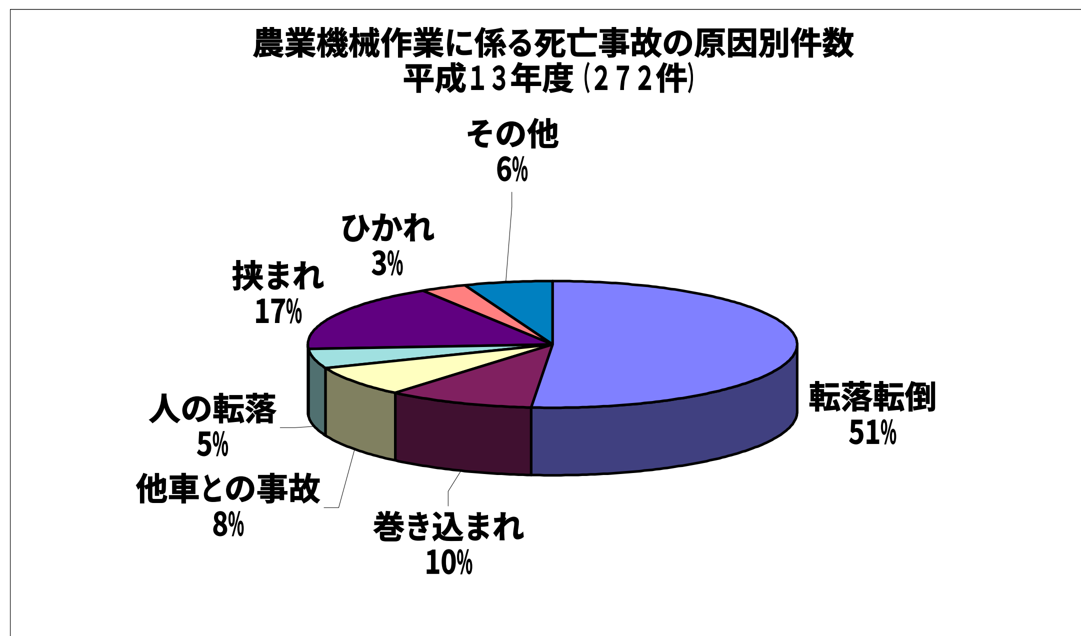
1）農作業中の死亡事故の推移

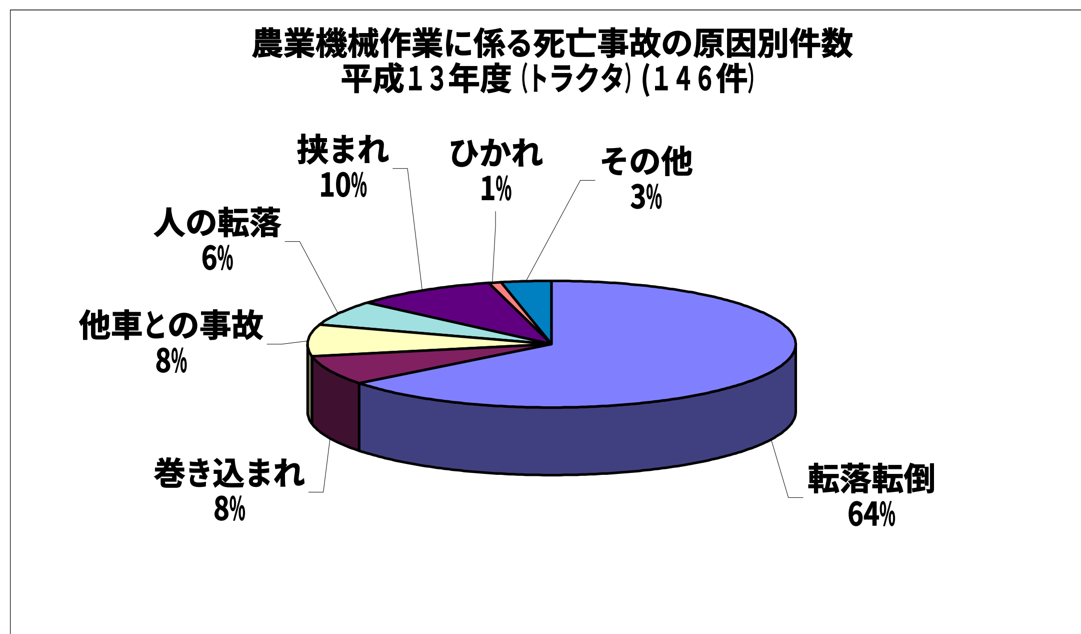


2）農業機械作業に係る死亡事故の推移



３）農業機械作業に係る死亡事故原因（平成１３年度）





４）「農業機械に係る死亡事故」男女別件数（平成１３年度）

男性：２４５件　女性：２７件

機　種	乗用トラクタ		歩行トラクタ		農用運搬車		その他	
件数割合	件数	割合(%)	件数	割合(%)	件数	割合(%)	件数	割合(%)
男　性	139	56.7	35	14.3	22	9.0	49	20.0
女　性	7	25.9	3	11.1	10	37.0	7	25.9
計	146	53.7	38	14.0	32	11.8	56	20.6

３．アンケート調査に見る安全意識

生研センターでは、平成 14 年度に「農業機械の安全装備と使用実態」についてのアンケート調査を実施した。その概要を紹介する。

１）アンケート回答者のプロフィル

北海道を除く全国の水田作農家を中心に乗用トラクターでは、243 件、歩行トラクタ及び刈払機の組み合わせでは 228 件、田植機及び自脱コンバインの組み合わせでは 210 件のアンケートを回収した。回答者の平均年齢は 55 歳で男性が 92%と大部分を占めている。専業農家割合は 74%と高く、回答者の 96%が水稲を作付けしていること、その平均面積は 5.8ha であることから、本アンケート調査の結果は大規模稲作経営体を中心とする農業機械の使用実態を反映したものと考えられる。

２）機種共通設問

アンケートに回答したこれら先進農家層においても安全鑑定や型式検査制度の認知度は、70%弱にすぎない。しかし、鑑定や検査に適合・合格した農業機械は広く普及しているため、これらの適合・合格証票自体は 80%程度が見たことがあるとしている。これらのことから、農業機械のユーザーに対して鑑定・検査の意義や効用を広報する活動を強化する必要がある。

取扱説明書は購入時に読まれる割合が高いが、点検・整備にも活用され、とりわけ乗用トラクタ、田植機及び自脱コンバインでよく活用されている。取扱説明書のボリュームや読みやすさについては、概ね現状で可とするが、なお、写真や図を多くしてより分かり易くかつ点検や整備のハンドブックとして内容の充実を求める要望も多い。メーカーや販売店に対する要望では、点検修理が容易にできることや、性能・耐久性及び運転操作性の向上に対する要望が多い。生研センターや行政に対する要望では道路走行上の問題解決や安全講習等があげられた。安全作業のためにユーザー自身が日頃気を付けている事項として、適度の休憩、仕業点検の励行等々があげられた。

３）乗用トラクタ

乗用トラクタでのケガは、移動などの路上走行を含めた作業時はもちろんのこと、作業機脱着や点検時に多く発生していることが明らかになった。作業中の機械の不調による足場の悪いところでの点検やあせり等、危険にさらされる場面が多いことが想定される。点検調整時における注意事項を充実させることや、直接的ではないが例えば作業機を脱着しやすい構造にする等、ケガの原因となる要素を改善していく必要がある。

安全装備に関する質問の中では、左右のブレーキペダルを連結しないで路上走行したユーザーが多いという結果が注目される。連結しないで道路を走行することの危険性は認識していてもほ場での作業を終えたあとそのままうっかり連結することを忘れることが多いことを示している。安全装備の中には、「○○を忘れても表示又はブザーがなるようにできないか。」といった意見があるように、単に注意表示を貼付するのではなく、ユーザーが意識しないでも安全側に働くような方策が必要と思われる。

近年の乗用トラクタは、操作性の向上をねらった装備を搭載する型式が多く、作業機に関する電子制御の操作部が多少複雑になっている。また、同じ制御でもメーカーによって表示される名前が異なっている。操作部に関する質問の中で、わかりづらいと回答した多くは、この作業機の自動制御であったが、表示方法を含めて機能の理解しづらさが集中している操作部であるからと思われる。操作部の表示は、作業機の自動制御部のみでなく、操作部全般において機能や操作方

法の表記方法を的確に整理する必要がある。

4）歩行トラクタ

歩行トラクタの主な用途は中耕、培土で 61%を占めるが、耕うん作業にも依然多く使用されている。

事故やケガを体験した割合は 15%で、事故内容は、機体や作業者の転倒、可動部への接触が多い。ケガの内容は切り傷、打撲、やけどが多く、事故原因となった機体の部位は、ハンドル、ロータリ、車輪、マフラーである。

回答者の 12%がエンジン始動時に機体や作業機が動いたことがあるとしている。始動安全装置が安全鑑定基準で義務づけられたのは、平成９年度であり、それ以前の古い型式の場合は、始動安全装置が装備されていないケースが多いので、始動時に安全確認を励行することが一層重要となっている。

後進時のロータリけん制装置は、安全鑑定当初の昭和 51 年からの基準であるにも拘わらず、後進時にロータリが「回る」とする回答が 47%と多かった。その原因として、けん制装置を取り外す又はけん制金具を手動操作してない又は安全鑑定を受験していないことによるけん制装置の未装備等が考えられる。

平成９年度からの基準であるエンジンの緊急停止装置は 39%に装備され、転倒時等の危険回避に有効に使用されていた。

運転操作装置の配置が良くないものとして、ハンドル上下レバー、スタンド、リコイルスターター等があげられた。また、これらは操作マークの内容も良くないとの指摘であった。

農家からの意見や要望として、後進時のロータリ停止、女性や高齢者に配慮した操作性の向上や軽量化、低振動化、耕盤の固いところでの安全運転対策（ダッシング防止）、地面が凸面での巻き込まれ防止対策等があげられた。

5）田植機

田植機では、17%（36 件）の作業者が事故を経験している。その主な内容は、機械の転倒・転落及びステップや運転席回りからの滑落である。これらは、圃場の出入り、畦越え、あるいはトラックへの積み込み時に生じることが多く､誤った走行速度や進行方向に起因すると考えられる。また、植付爪の可動部について、ユーザーはケガの体験がなくても危険な作業や部位と感じており、何らかの防護対策を検討する必要がある。

最近では、安全性の向上を図るため、圃場への出入りや畦越え時に降車して運転できる機能やハンドルを一定以上切ることで自動的に片ブレーキがかかる機能を装備する田植機が増えている。これら新機能の認知度は 67%であったが、その機能については 87%が支持しており安全性を向上させる新機能はユーザーの要望が高いことが伺える。

作業時の安全性は操作部の使い易さが重要である。ブレーキロックやデフロックペダルを使いづらいと感じている者がいるものの、レバー・ペダル類はほとんどを使い易いとしている。誤操作の可能性の有るものとして、僅かであるが変速レバー、ブレーキロック等をあげられている。また、作業中に瞬時に確認できるよう、センターパネルに表示するものとして植付クラッチの状態表示や苗残量があげられている。

操作性の向上や安全の喚起のため､必要な箇所に操作表示ラベルや安全標識が貼られているが､安全標識については認知度・重要性ともに低く、さらなる安全意識のＰＲが必要と考えられる。

田植機に対する主な意見として、安定性の向上、メンテナンス作業の簡略化があげられた。

6）自脱コンバイン

コンバインによる事故による傷害の程度は通院なしが約 70%と軽傷が多く、入院は４%にすぎない。しかし、事故歴ありとする割合は、27%とかなり多く、そのうちカッターによるものが、40%を占めている。カッターの刃自体は通常、作業者には接触しないような構造になっているので、事故の多くは刈刃に排わらが詰まった場合の点検や日常の点検整備時に生じたものと考えられる。防護カバーを外して作業したことがあるとするグループの事故体験割合と外したことがないとするグループを比較すると、明らかに前者の事故体験割合が高い。自脱コンバインは刈刃やチェン等のむき出しの可動部が多いので、使用に際して危険であると思う割合が過半以上ある。危険と感じる部分として、カッター、刈刃に次いで作業者が直接操作する部分である手こぎ部があげられている。手こぎ部の安全装備としてエンジンの非常停止ボタンは平成９年度の安全鑑定から義務づけられたが、使用の頻度は大きくない。今後はこれに併せて、より安心して作業できるような対策を講じる必要がある。

変速レバー、操向ハンドル、アクセル、ブレーキ等の使い勝手については、主変速レバー、駐車ブレーキ及び籾排出オーガに対する不満が比較的多かった。不満の内容は、主変速レバーでは中立位置でも機体が動くクリープの解消が第１にあげられ、駐車ブレーキでは位置とレバー操作の重さがあげられた。機体に貼付された作業上の注意等の安全標識について、気にしていないとする回答が約 20%あり、安全教育の徹底等を図ることも今後の課題である。

コンバインに対する意見・要望は、安全性の向上に対する要望が最も多く、次いで操作性の向上、整備のしやすさの改善があげられた。

7）刈払機

刈払機の事故やひやり体験の原因は、物の飛散や刈刃との接触が多いと判断された。物の飛散については、刈刃と飛散物防護カバーの間に草が詰まり作業しづらい等の理由から、飛散物防護カバーを正規の取付け位置からずらしたり、あるいは完全に取り外したりしていると答えた人が45%と約半数近くを占めており、飛散物防護カバーが担っている安全性と刈払機の作業性との矛盾が示されている。生研センターでは、昨年度から刈払機の安全性に関する研究を開始し、その中で飛散物防護カバーを取り付けた状態でも作業性を損なわないような新しい防護カバーの規格の策定を目指しているところである。刈刃との接触については、キックバックによるものが大半を占め、次いで巻き付いたものを取ったら刃が動いたとなっている。これらについては最近では高齢化、婦女子化に対応して、リコイルスターターの引き力を従来の約三分の一程度に軽減した刈払機も登場しており、始動性が向上しているので、巻き付いたものを取る際には必ずエンジンを停止して行うことが肝要である。また、最近ではブレーキ付き刈払機も登場している。これは、これまで、スロットルを戻しても惰性で回転していた刈刃をブレーキによって停止させるというもので、スロットルをアイドリング状態に戻すと３秒程度で刈刃が停止する。このような構造の刈払機であれば、キックバック等で刈刃が身体に接触した場合でも、スロットルから手を離していれば刈刃が停止するので、被害を最小限に抑えることが可能と思われる。

刈払機は、手軽に使える便利な道具である反面、毎分数千回転するむき出しの刃を身体の近くで操作するという、見方を変えればとても危険な道具でもある。少しでも安全な機械を選定するという観点から、安全鑑定に適合した最新の機種をお勧めしたい。これが安全作業の第一歩となる。

安全装備の確認項目	安　全　鑑　定　基　準
１．可動部の防護	(1) 次の可動部は、作業者に危険を及ぼすおそれのないよう防護されていること。 ① 回転軸（接続部、軸端及びクランク軸を含む)、自在継手及び露出したボルト、キー、ピン、止めネジ等の突出部のある回転部分。 ② プーリー、フライホイール、歯車（摩擦伝動装置を含む)、ケーブル、スプロケット、ベルト、チェン、クラッチ、カップリング。 ③ ロータリー、掘削部、送風機、さい断部、刈刃、結束部、引起こし・搬送用ベルト及びチェン、茎葉処理部、コンベヤ等。 ④ 作業位置に近接している車輪及び履帯。 ⑤ その他挟圧又は切断等のおそれがある部分。 ただし、作業者に危険を及ぼすおそれがないと認められる場合はこの限りでない。 (2) 可動部と作業者の間にガードを備えること等により安全距離（危険部に接触しない距離）を確保する場合の当該距離は次のとおりとすること。 ① 可動部が作業者の上方にある場合、上方への安全距離は 2500㎜ 以上とする。 ② ガードの下側からの安全距離は、ガードの開口部の大きさが作業者の指、手、腕しか入らないほど小さい場合は後述⑤の安全距離を適用し、それ以上大きい場合は、作業者に危険を及ぼすおそれのないよう防護されていること。 ③ ガードの上から下方及び側方への安全距離は表１（図１参照）のとおりとする。ただし、ガードの高さは 1000㎜ 以上とする。 ａ：地面又は床面から可動部までの距離（腕を基準） ｂ：ガードの高さ ｃ：ガードから可動部までの安全距離 **図１　ガードから可動部までの安全距離**

解　　　　　　説
１．可動部の防護 1) 共通事項 ① 必要最小限の作用部を除く可動部分は、作業者が誤って接触しないようにカバー、ケース、囲い等で防護すること。 ② 「作業者」には、特にことわらない限り、運転者及び機械作業に必要な作業補助者も含まれる。 ③ 当該基準(1)の③は作用部の例を示したものである。 ④ 「作業位置」には、運転席、運転場所、材料の供給場所、プラットフォーム、ステップ又ははしご等のほか、一般ユーザーが日常行う始業点検のために近づく場所を含む。 ⑤ 打撃、突き刺し、摩擦又は擦過等の危険ある箇所は、当該基準(1)の⑤に該当する。 ⑥ 次の場合は、「危険を及ぼすおそれがない」とみなす。 ア 軸端部がガードより突出しない場合で、止めボルト又はキー溝等の露出していない場合の軸端面 イ 軸端面が滑らかで軸受部より突出していない軸 ウ 回転数 10rpm 以下の表面が滑らかな丸い軸 エ 走行しないと動かない可動部であって、通常の作業位置で作業者が接触するおそれがないと認められる場合 ⑦「安全距離」は、作業者の腕などが可動部に達しないようにするために必要な距離であり、作業位置から測定するものとする。 なお、上方への安全距離は、作業者が直立して手を伸ばした時を想定したものである。また、ガードの下側からの安全距離は、ガードの下側が開放されている場合について規定したもので、ガードの下から作業者が手等を伸ばすことを想定したものである。 ⑧ 次の場合は表１～５に示す値以下であっても安全であるとみなす。 ア 可動部とガードの開放端・外側との距離が 120㎜ 以上あって、危険を及ぼすおそれがないと認められる場合 イ 可動部までの距離が機体外側から 550㎜ 以上あって、危険を及ぼすおそれがないと認められる場合 上記ア、イの「危険を及ぼすおそれがないと認められる場合」は次のとおりとする。 ｱ) 可動部の地上高が低く、通常の作業姿勢では可動部に接触することができない場合 ｲ) 可動部の付近に不用意な接触を防止するものがあり、作業者が意図的な行動をとらないと可動部に接触できない場合 ｳ) かみこみ点や接合部がない可動部で、通常の作業位置より高さ 1.8m以上のところにあり、かつ作業時に作業者が接触するおそれのない位置にある場合。 ⑨ ガードと本機等との間に間隙がある場合、当該間隙は基準(2)を満たしていること。 ただし、⑧のｱ)～ｳ)のいずれかを満足している場合はこの限りでない。 ⑩ 動力を切った後も回転又は動き続ける機械要素を内蔵する開閉又は取外し可能な点検窓やガードを有する機械は、そのすぐ近くに、回転していることが容易にわかる目印、警報音又は適当な安全標識を備えていること。 ただし、ガードを開けると自動的に危険部が止る場合、５秒以下で危険部が止まる場合又は止まらないと開けられない構造の場合はこの限りでない。 ⑪ 取外し可能なガードは、日常点検の箇所のみについて認めるが、当該ガードは、容易にかつ確実に機体に取付けられる構造であること。 また、当該ガードには、点検後のガードの取付けを喚起する安全標識を貼付すること。 ⑫ ガードは、ステップとして使用できる場合又はそのように使われる可能性のある場合は、1200N の垂直荷重に耐えられること。また、プラットフォームとしての機能を有する場合は、それに必要な強度を有していること。 2) 始動プーリー及び始動クランク差込軸 始動プーリー及び始動クランク差込軸は、固定又は開閉可能なカバー等で防護されていること。 ただし､回転軸端がケースと同一平面又はケースより内側にある始動クランク差込軸は防護不要とする。 3) 入力軸プーリーカバー 不定位置におかれた原動機により駆動される機械の第一伝動軸プーリーとガードの開放端との最短距離は 120㎜ 以上であること。

安全装備の確認項目	安　全　鑑　定　基　準

表１　下方及び側方の安全距離

単位 mm

a	b							
	2400	2200	2000	1800	1600	1400	1200	1000
	c（最小）							
2400	―	100	100	100	100	100	100	100
2200	―	250	350	400	500	500	600	600
2000	―	―	350	500	600	700	900	1100
1800	―	―	―	600	900	900	1000	1100
1600	―	―	―	500	900	900	1000	1300
1400	―	―	―	100	800	900	1000	1300
1200	―	―	―	―	500	900	1000	1400
1000	―	―	―	―	300	900	1000	1400
800	―	―	―	―	―	600	900	1300
600	―	―	―	―	―	―	500	1200
400	―	―	―	―	―	―	300	1200
200	―	―	―	―	―	―	200	1100

④　ガードの開口部及び障害物を考慮した場合の安全距離は表２のとおりとする。

表２　ガードの開口部及び障害物を考慮した安全距離

単位 mm

身体部分	図	安全距離
指の付け根から指先		r≧120
手首から指先		r≧230
ひじから指先		r≧550
肩から指先		r≧850

解　　　　説
4)　ロータリー ①　作業中地上に出ている部分は、作業に支障のない範囲でカバーで防護されていること。 ②　農用トラクター（歩行型）のロータリー後部カバーの下側の開放端から耕うん爪先端までの垂直方向の間隙は 25㎜ 以下であること。なお、後部カバーは、作業上支障のある部分に限り、十分な強度のあるゴムシート等でも差し支えない。 5)　掘削部 ①　作業中地上に出ている部分は、作業に支障のない範囲で防護されていること。 ②　通常の作業状態で誤って足が入らないように防護されていること。 ③　防護はガードレールでも差し支えない。この場合、ガードレールの外幅は溝の端から両側 150㎜ 以上であること。 ④　明きょを掘削するものにあっては、掘削部と一体になって溝中に入るガードにより掘削済みの溝部と掘削部の間が防護されるものでも差し支えない。この場合、溝壁面とガードの間隙、ガードに金網等を用いる場合の開口部の大きさは、当該基準（2）によること。なお、作業中地上に出ている部分は、ガードレール等で別途の防護措置を講ずること。 ⑤　チェーン式のものにあっては、移動格納時に掘削刃を覆うガードを備えていること。ガードは、作業時の掘削部の防護を兼ねるものでもよいが、掘削部を上げたときの先端よりも外側に出る構造であること。 6)　さい断部 ①　供給口及び排出口がわら等の流れに応じて自動的に開閉するものは、防護されているとみなす。 ただし、農用さい断機の供給口を除く。 ②　排出口が下向きであって、カバーの開放端と回転刃までの距離がカバーの開放端の地上高と同じである場合は、防護されているとみなす。 ③　農用さい断機の供給口側にあっては、回転部等までの距離が機体外側又はガードの開放端・外側より 550㎜ 以上であること。 7)　刈刃 ①　刈刃の前方に引起し装置を有する場合は防護不要とする。 ②　上面はカバーで防護されていること。 ただし、動力刈取機（刈払型）の回転刃にあっては、刈刃半径の 1/2 より外側の部分は、刃面 1/4 以上を刈刃半径より大きいガードで刈刃に接触しないよう防護されていること。また、ガードの取付位置が明らかであること。 ③　往復動刃式のものでナイフバーの外端がシューの外端より外側に突出する構造のものは、この部分に丈夫な防護枠又はカバーを設けること。 ただし、機体の一部が防護の機能を有すると認められる場合はこの限りでない。 ④　移動格納時に刈刃全面を覆うガードを備えていること。 ただし、刈刃の前方に引起こし装置等を有する場合はこの限りでない。 8)　結束部 ①　稈の通路を除き、パッカ、ニードル、放出アーム等の作動部はカバー等で防護されていること。 ただし、機体の一部が防護の機能を有すると認められる場合はこの限りでない。 ②　動力刈取機（結束型）の放出アームにあっては、作用する範囲（稈の通路を除く）の上面をカバー等で防護すること。 9)　引起こし・搬送用ベルト及びチェン ①　非作用側にあっては、ベルト又はチェンの駆動輪及び遊動輪の軸を結ぶ延長線まで防護すること。 ②　フィードチェンの非作用側は、その外周をチェンの駆動輪及び遊動輪の軸心を結ぶ延長線とそれぞれの軸心とカバー端がなす角度が 45 度以下になるように防護すること。 ③　機体内部にあり通常の作業位置で接触するおそれのない搬送用ベルト又はチェンの非作用側は防護不要とする。 ④　搬送用ベルトの材質が柔軟なものであって、作用部、非作用部を防護することにより作業が極めて円滑を欠く場合は防護不要とする。 ⑤　歩行型ケーンハーベスターの横送りチェン及び縦送りチェンの非作用部上面は、ガード等で防護すること。ガードの長さは、前者においては排出部先端より 250㎜ 以上とし、後者においては先端部を除く全長とする。 10)　茎葉処理部 ①　ビートハーベスターのビータは、作業に支障のない範囲で回転中心より上部の面がカバーで防護

安全装備の確認項目	安　全　鑑　定　基　準
	⑤　ガードの内側への安全距離は開口部の形状及び大きさにより表３及び表４のとおりとする。ただし、多角形の開口部の場合、開口部の内接円の直径が最も離れた２つの頂点間の 1/2 以上の時は、それを円形とみなし、その他の場合は長方形とみなし、それぞれの最大内接円の直径を開口部の大きさとみなす。

表３　長方形又は細長の開口部の場合の安全距離

単位 ㎜

身体部分	図	すき間の幅	安全距離
指先	——	４＜ａ≦８	ｂ≧15
指		８＜ａ≦20	ｂ≧120
手		20＜ａ≦30	ｂ≧200
腕		30＜ａ≦135	ｂ≧850

表４　網又は格子の場合の安全距離

単位 ㎜

身体部分	図	すき間の幅（円形の場合は直径）	安全距離
指先	——	４＜ａ≦８	ｂ≧15
指		８＜ａ≦25	ｂ≧120
手		25＜ａ≦40	ｂ≧200
腕		40＜ａ≦250	ｂ≧850

解　　　　　　説
されていること。 ② ケーンハーベスターの梢頭除去装置（トッパー）は、非作用側がカバー等で防護されていること。 11) コンベヤ ① 非作用側にあっては、コンベヤの駆動輪及び遊動輪の軸を結ぶ延長線まで防護すること。 ただし、ガードの開放端・外側とコンベヤとの距離が 120㎜ 以上あって、危険を及ぼすおそれがないと認められる場合はこの限りでない。 ② 穀粒の排出・取出しを目的とするスクリューコンベヤ、スロワその他のコンベヤの排出部については、次のいずれかに該当する場合は防護されているとみなす。 ア 可動部までの距離がガードの開放端・外側より 550㎜ 以上（排出筒の細いもの又はわん曲しているもの、もしくはその内部に網等があるものについては、危険のない長さ）あって、危険を及ぼすおそれがないと認められる場合。 イ 可動部が通常の作業位置より高さ 1.8m以上の所にあるもの又は可動部の地上高が低く通常の作業姿勢では可動部に接触することができないもので、可動部とガードの開放端・外側との距離が 120㎜ 以上あって、危険を及ぼすおそれがないと認められる場合。 ウ ねじ羽根部分がケーシングの内側にあるスクリューコンベヤで、可動部までの距離がガード開放端・外側 230㎜ 以上（排出筒の細いもの又はわん曲しているもの、もしくはその内部に網等があるものについては、危険のない長さ）あって、危険を及ぼすおそれがないと認められる場合。 ③ ポテトハーベスター及びビートハーベスターの茎葉等を排出するコンベヤはガードレール等で防護すること。この場合、ガードの開放端・外側からコンベヤとの水平距離は、120㎜ 以上であること。 なお、ロータリバケットにあっては、ローラ部のかみこみ点を防護すること。 12) 走行部 ① 通常の作業位置において作業者が車輪等に巻き込まれないように泥よけ、フートプレート等によって隔てられていること。 ② タイヤとフェンダーの間隙は 50㎜ 以上であること。 ③ 単軌条運搬機は、レールと駆動輪又は走行ローラーの間に指などが挟まれないように機体前後に排障器を備えていること。 13) 揺動部 揺動部は作業者が接触しないようガードレール等で防護すること。また、揺動部分と本機の間等の挟圧のおそれのある部分は、指、手などが入らないようにガードで防護するか、又は当該基準表５に示す最小間隙が確保されていること。 14) その他 ① フォーレージハーベスターのピックアップタインにあっては、最外側のタインと機体外側又はガードの開放端・外側との距離は 150㎜ 以上であること。 ② フォーレージハーベスターのオーガにあっては、オーガと機体外側又はガードの開放端・外側との距離は 300㎜ 以上であること。 ③ 豆用脱粒機のこぎ胴 ア 供給口にあっては、ガードの開放端・外側から作用部までの距離が 300㎜ 以上あって、十分な強度をもつゴムたれ等が設けてあり、材料供給台又は材料を押込む必要がない自動供給装置を備えていること。 イ 排稈口のガードについては、排稈口に排稈コンベヤ等があって危険を及ぼすおそれのないと認められる場合は、この限りでない。

安全装備の確認項目	安　全　鑑　定　基　準
	⑥　挟圧部の安全距離（最小必要すき間）は表５のとおりとする。

表５　挟圧部の安全距離（最小必要すき間）

単位 mm

身体部分	図	最小必要すき間	身体部分	図	最小必要すき間
指		25	足		120
手 手首 こぶし		100	脚		180
腕		120	身体		500

安全装備の確認項目	安　全　鑑　定　基　準
	(3) ガードの構造は次のとおりであること。 ①　ガードは、通常の使用条件下で亀裂、破損又は変形しないような強度及び耐久性を有していること。 ②　通常取外す必要のないガードは、機械に永久的に取付けられていること。永久的に取付ける手段には、ネジ、割ピン又は通常の工具で取外しができるものを含む。 ③　開閉可能なガードにあっては、ヒンジ、リンク等で機械から外れないもので、閉じた状態を保持するための確実な手段を備えていること。
２．ＰＴＯ軸、動力取入軸及びＰＴＯ伝動軸の防護	(1) ＰＴＯ軸は、ガードで防護されていること。また、ＰＴＯ軸を使用しないときは、軸端部が開放されていない固定キャップで防護されていること。キャップは、ねじ込み又はボルト等で機体に確実に固定されていること。 (2) 動力取入軸は、その上面及び側面を覆い、かつ、軸（又はカップリング、クラッチ等）の一部が露出しないようにＰＴＯ伝動軸カバーとオーバーラップするようなガードで防護されていること。 (3) ＰＴＯ軸及び動力取入軸のガードは、確認項目１の(3)の基準を満たしていること。 (4) 自在継手つきＰＴＯ伝動軸は、自在継手を含む全面がガードで防護され、ガードには確実で安全な回り止めが設けられていること。また、ガードは、確実に取付けられていて工具を使わないと取外せない構造であること。
３．安全装置	(1) 動力による始動装置又は自動減圧装置付きのリコイルスタータを有する機関を動力源とするもの又は動力の断続に遠心クラッチを用いるものにあっては、原動機の起動時に作用部が作動しない構造であること。 　ただし、作業者に危険を及ぼすおそれがないと認められる場合はこの限りではない。

解　　　　　　説
２．ＰＴＯ軸、動力取入軸及びＰＴＯ伝動軸の防護 1)　ＰＴＯ軸の上面及び側面を防護するガード（マスターシールド）の寸法は、IS0500 等に準拠したものであること。 2)　農用トラクター（乗用型）において特殊３点リンク及び２点リンクのもの並びに農用トラクター（歩行型）は、マスターシールドは必ずしも必要ないが、作業機装着時に回転部に作業者が接触しない構造であること。 3)　作業機に装備されたアタッチメント等駆動用の動力取出軸にあっては、上面及び側面も防護されていること。 4)　動力取入軸カバーは、軸（カップリング、クラッチを含む）の一部が露出しないよう自在継手付きＰＴＯ伝動軸のガードとオーバーラップしていること。 5)　ガードは通常の使用条件下で破損しないような強度を有していること。 なお、使用者が乗ることを意図して設計されたガードは 1200Nの垂直荷重に耐えられること。 **6)**　自在継手つきＰＴＯ伝動軸のガードの材質はプラスチックでも差し支えない。
３．安全装置 1)　始動安全装置 ①　当該基準(1)でいう「作用部」とは、ロータリー、掘削部、送風機等の農業機械の本来の作業目的にそって運転される部分のほか、走行部及び農用トラクター（乗用型）の独立ＰＴＯも含まれる。 ただし、作用部の全てがカバーに内蔵されている場合など、特に危険を及ぼすおそれがないと認められる場合はこの限りでない。

安全装備の確認項目	安　全　鑑　定　基　準
	(2) 定置式機械にあっては、原動機、入力軸又は供給部等のいずれかには動力遮断装置が設けられ、その操作部は作業者が容易に操作できる位置にあること。また、一旦動力が断たれた後は、再び操作しない限り動き出すことのない構造であること。 (3) 刈刃を有する機械にあっては、刈刃を容易かつ急速に停止できる構造であること。 　ただし、通常は作業者が接触するおそれがないと認められる場合は、この限りではない。 (4) コンバイン（自脱型）には、カッタ部にわら等の詰まりを生じ、取除かなければならない状態になった時にカッタ用動力が自動的に断たれる装置を備えていること。 (5) 農用トラクター（歩行型）のうち、機体と通常の作業者位置との間にロータリーがあるものは、走行変速レバーを後退位置に入れるとロータリーが自動的に停止する装置、又はロータリーを停止しないと走行変速レバーが後退位置に入らない装置を備えていること。 (6) 背負型及び肩掛型の機械にあっては、必要に応じ作業者が素早く機体より離脱できる構造であること (7) 昇降可能な作業機及び作用部については、これらを上げた位置において確実に固定できること。 (8) 原動機を有する機械は、作業者が容易に操作でき、かつ一旦停止操作した後は再び操作しない限り再始動しない原動機停止装置を備えていること。 (9) 農用トラクター（歩行型）及び歩行運転が可能な圃場内運搬機のうち後進速度段を有するものは、作業者の手が容易に届く位置に原動機の緊急停止装置を備えていること。 　ただし、手を離すと自動的に主クラッチが切れる構造のもの又は挟圧防止装置を有するものはこの限りでない。 (10) コンバイン（自脱型）には、手こぎ作業時に作業者の手が容易に届く位置に原動機の緊急停止装置を備えていること。

解　　　説
②　油圧無段変速機などにおいて、中立位置が不明確になるおそれのあるものでは主クラッチを切った時に始動可能とすること。主クラッチがない場合は､駐車ブレーキ作用時に始動可能とすること。 ③　機関を手動で始動するもののうち、走行用動力の断続に遠心クラッチを用いる機械にあっては、始動時の急発進を防止するため、中立の変速位置又は駐車ブレーキ等機体を停止状態に保てる機能を有していること。 　また、作用部の動力の断続に遠心クラッチを用いる機械にあっては、始動時に作用部が急に動き出さないようブレーキ装置などを備えていること。 ④　動力刈取機（刈払型）のうち動力の断続に遠心クラッチを用いるものにあっては、機関アイドリング回転数の 125%の回転数を超えない限り、刈刃が作動しないこと。 2)　動力遮断装置 ①　当該基準(2)でいう「作業者」とは材料を本機に供給する者である。 ②　供給部の位置が変えられるものにあっては、それぞれの位置において容易に操作できること。また、動力遮断装置は、後述の原動機停止装置と兼ねてもよい。 3)　刈刃の停止装置 ①　当該基準(3)でいう「急速」とは、刈刃を最高回転させた状態で、クラッチ又はブレーキレバー等の操作開始から５秒以下である。 ②　動力刈取機（刈払型）にあっては、ハンドルから片手を離すことでクラッチを切る方法又はこれと同等の機能を有するものは可とする。 ③　動力摘採機のうち、携帯型にあっては片手を離すことで停止し、補助作業者を有するものにあってはいずれの作業者でも刈刃を停止できるレバーを手元におくこと。 ④　刈刃の前面に引起装置がある場合は、停止装置は不要とする。 4)　コンバイン（自脱型）のカッタの自動動力遮断装置 　カッタ部には排わらチェンも含まれる。なお、原動機停止でなく、カッタ用動力のみを遮断するものでも差支えないが、除去作業中に再び動きだすことのない構造であること。 5)　ロータリーの停止装置 ①　当該基準(5)でいう後退位置とは、運転者が後退する方向となる変速レバーの位置をいい、農用トラクター（歩行型）が後退可能な状態では、ロータリー（車軸耕うんロータリーは除く）が回転しないこと。 6)　緊急離脱装置 　肩掛型のうち、肩掛けバンドが短く「たすきがけ」が構造上できないものを除く。 7)　昇降部降下防止装置 ①　機械式ロック装置とする。 　ただし、油圧機構のものにあっては油圧締切弁又は制御レバー(操作スイッチ)の固定（摩擦による固定を除く）でも差し支えない。 ②　ねじを用いて手動で昇降させるものは、ロック装置は不要である。 ③　農用トラクター（乗用型）などの昇降装置の外部操作部は、フェンダーの内側で形作られる面より外側で操作可能な位置にあること。また、操作装置にはロック装置を設けてあるなど、不用意な作動を防止する構造であること。 　ただし、ボタン操作で操作時のみ作動する場合又は昇降速度が遅い場合又は昇降操作装置の特定位置でのみ操作可能な場合はこの限りでない。 8)　原動機停止装置 ①　運転者の手が容易に届く位置に配置されていること。 ②　一動作で原動機を停止でき、停止するまで押し続けるなどの持続操作を要しない構造であること。 ③　電動機の始動スイッチは、原則として停電時又は駆動用電源を開路にした場合に自動的に開の状態に作動し、停電が回復しても開の状態を保つことができるものであること。 9)　緊急停止装置 ①　当該基準(9)でいう後進速度段を有するものとは、ハンドルを回動すると前進速度段が後進速度段になるものを含む。 ②　当該基準(9)でいう「挟圧防止装置」とは、作業者の身体が機体と壁の間などに挟まれたときこれを検知して自動的に原動機を停止させる装置又は走行部への動力を遮断する装置をいう。 ③　緊急停止装置はワンタッチで作動するもので、農用トラクター（歩行型）ではハンドルが持ち上がった状態でも容易に操作できること。

安全装備の確認項目	安　全　鑑　定　基　準
４．制動装置	(1) 自走式機械（単軌条運搬機を除く)は、常用ブレーキ（主ブレーキ）及び駐車ブレーキを備えていること。 　ただし、歩行型の移動機械であって、走行クラッチを切ることにより容易に停止するものはこの限りでない。 (2) 被けん引式作業機は、駐車ブレーキを備えていること。 (3) 単軌条運搬機のけん引車は、駐停車ブレーキ、降坂ブレーキ及び緊急ブレーキを備えていること。また、乗用台車は、けん引車と別系統の降坂ブレーキ及び作業者が手足で操作できる駐停車ブレーキを備えていること。
５．運転席及び作業場所	(1) 作業者が乗る機械は、安全でかつ容易に乗降できるよう握り又は手掛り及びステップを装備していること。 　ただし、機械自体にそれらに相当するものがある場合はこの限りでない。 (2) 作業者が座って作業する機械には、座席及び適当なフートプレートが設けられていること。座席は、作業者の身体を適切に保持し、身体が座席から滑り落ちないようなものであること。 　また、運転者用座席は、運転者の体格に応じて調節できるものであること。 (3) 走行中に作業者が立つ必要のあるプラットフォームは、水平で表面が滑らない構造とし、周囲にはガードレール及びつま先板を備えていること。 　ただし、機械自体にガードレール及びつま先板に相当するものがある場合はこの限りでない。 (4) 高所において作業が行われる場合には、ガードレール、はしご等により安全に作業ができるような構造とすること。 (5) 運転室の風防及び窓には、安全ガラス又はそれと同等のものを使用すること。

解　　　　　　　　説
４．制動装置 1)　自走式機械のブレーキ ①　常用ブレーキの固定装置を備えたものは、これを駐車ブレーキとみなす。 ②　油圧駆動式のものであって、ブレーキ機能を兼ね備えたものはこれを常用ブレーキとみなすが、この場合は別の駐車ブレーキを備えること。 ③　走行クラッチが切れると自動的にブレーキが作動する構造のものは、常用ブレーキの機能を有するとみなす。また、この場合、走行クラッチレバー又はペダルに固定装置を備えたものは駐車ブレーキの機能も有するとみなす。 ④　常用ブレーキは、乾燥した平坦なほ装路面において、無載荷、標準装備の状態で、最高速度で走行した場合の停止距離は５m以下で、安定した制動が可能であること。ただし、最高速度が 20km/h を超えるものについては、走行速度が 20km/h の場合の停止距離とする。 ⑤　駐車ブレーキは、無載荷、標準装備の状態で静止限界角が前後方向ともに５分の１勾配以上の能力を有するものであること。 ⑥　容易に停止する歩行型機械であっても、質量（作業機等の装着が可能な場合はその質量も含む）が 90kg 以上のものは、駐車ブレーキを装備すること。 ただし、駐車ブレーキが無くともその目的が達せられる構造のものは、この限りでない。 2)　被けん引式作業機の駐車ブレーキ 被けん引式作業機の駐車ブレーキは歯止めでもよいが、これを格納する場所が本機にあること。 3)　単軌条運搬機のブレーキ ①　けん引車の駐停車ブレーキは、停車の位置から動かないよう機械的にロックできること。 ②　駐停車ブレーキ、降坂ブレーキ、緊急ブレーキは、登坂方向が前後進のいずれでも同様に作動する構造であること。 ③　乗用台車の駐停車ブレーキを作動させた後は、レバーやペダルが自動的にロックされる構造であること。
５．運転席及び作業場所 1)「作業者が乗る」には、点検・整備のために乗れるように設計されている場所を含む。 2)　握り又は手掛り及びステップは、位置及び形状が適当であれば機体の一部でも差し支えない。 3)　ステップは、滑りにくい構造であり、作業上支障のある場合を除き、最下段は地上より 550㎜ 以下で、間隔は 300㎜ 以下であること。また、その内幅は 200㎜ 以上で奥行（爪先余裕を含む）は 150㎜ 以上であること。 なお、単独ステップの場合のステップとフートプレートの間隔は 350㎜ 以下であること。 4)　ステップは、階段状に配置されていること。ただし、単独ステップの場合はこの限りでない。 5)　座席 ①　座席の調節範囲は、前後方向については 50㎜ 以上とする。 ②　乗用・歩行兼用型機械の座席は乗用型機械と同等のものであること。 ③　必要に応じて、座席の前方、側方に握り等を設け、転落を防止すること。 ④　運転席が左右に回転することが可能な場合は、回転をロックすることができる構造であること。 ⑤　乗車運転が可能な単軌条運搬機の座席は、軌条の傾斜に応じた調整ができるものであること。 6)　プラットフォーム ①　プラットフォームは、エキスパンドメタル製のもの又は滑らず足が入るような隙間がないもので、確実に固定されていること。 ②　プラットフォームの周囲には、作業上支障のある部分を除き、高さ 75㎜ 以上のつま先板が設けられていること。 ③　農用高所作業機の床板材として木材を使用する場合には、その木材は強度上の著しい欠点となる割れ、虫食い、節などがないものであること。 7)　ガードレール ①　ガードレールの高さは、作業上支障のある場合を除き、プラットフォームから約１mとし、ガードレールとプラットフォームの中間にもレールを設けること。 ②　作業者が出入りするための扉は、確実に閉じておける構造であること。 8)　当該基準(4)でいう「高所」は高さ約１m以上とする。 9)　はしご ①　不用意に外れない構造であること。 ②　内幅は 300㎜ 以上、踏桟間隔は、350㎜ 以下でかつ等間隔であること。

安全装備の確認項目	安　全　鑑　定　基　準
６．運転・操作装置	(1) かじ取り装置、変速レバー、ブレーキ、クラッチ、スイッチ等の運転・操作装置は、通常の作業位置で安全、かつ容易に操作できるよう配置されていること。また、その装置の有する機能、操作方法等が明確に表示されていること。 (2) かじ取り機構は、操向車輪の反作用のためにかじ取りハンドル又はレバーが急激に動く力を減少できる構造であること。 (3) 昇降部の操作装置には、誤操作を防止する装置が施されているか又は誤操作を防止できるような位置に取付けられていること。 (4) ペダル類は、大きさ及び形状が適当なものであり、運転者が足を踏み外すことのないよう表面に滑り止めが施されていること。 (5) 乗用型の機械でデフロック装置を有するものにあっては、それがロック状態であることを表す装置を備え、不意に作動しないような構造であること。 (6) 旋回時前輪増速装置を有するものにあっては、それが機能する状態にあることを表す装置を備えていること。 (7) 左右独立ブレーキを有するものにあっては、左右のブレーキペダルの非連結状態を表す装置を備えていること。

解　　　　説
10)　農用高所作業機のうち張出し板を有するものにあっては、安全帯を備えていること。 11)　安全ガラスとは、合せガラス、強化ガラス又は部分強化ガラスをいう。また､当該基準(5)「同等のもの」とは､車両法に基づく型式認定が取得できる材質であること。
６．運転・操作装置 1)　運転・操作装置には、運転者が定位置において機械を走行させながら調節する箇所も含む。 2)　運転・操作装置の配置、操作方向 ①　操向装置、ブレーキ、主クラッチ、アクセル、原動機停止装置及び走行変速レバーは、座席（歩行型機械の場合は操向ハンドル）の中心線から左右それぞれ 500㎜ 以内に配置され、運転者が定位置において容易に操作できること。 ②　運転・操作装置の操作方向は、一般の機械・器具と類似していること。 ③　始動（点火）スイッチは、運転位置から容易に手が届くこと。時計回りに回すことで始動（点火）し、反時計回りに回すことで停止すること。なお、予熱栓がある場合は、この操作は始動位置の前になるようにするか反時計回りに回してもよい。 　原動機停止装置については、キースイッチは反時計方向に回すことで、押しボタン式のものは押すことで、プルスイッチは引くことでそれぞれ停止すること。 ④　乗用型機械のアクセルレバーは、運転者の前方かつ右側で手が容易に届く範囲にあること。 　ただし、運転者の乗降が右側に限定せざるを得ない機種で、アクセルレバーを右側に配置することにより安全性、操作性に支障をきたす場合又はアクセルレバーが前方に無くてもそれと同等の機能等を有する装置が前方・右側に配置されている場合は、容易に手が届く範囲内であればその限りでない。 ⑤　アクセルペダルは、運転者の右足が容易に届く範囲で、ブレーキペダルがある場合はその右側に位置していること。ペダルを前方又は下方に押すことで加速すること。 ⑥　ブレーキレバーは運転席においては引くと作動するものであること。 ⑦　ブレーキペダル（クラッチペダルを兼ねるものは除く）は、運転者の右足操作に便利な位置に配置すること。ペダルを前方又は下方に押すことで作動すること。なお、左右独立ブレーキの場合は、片ぎきとならずに連結して使用できること。 ⑧　走行（主）クラッチ ア　前後に操作するクラッチレバーは、運転者側に引くと動力が遮断する構造であること。 イ　握って操作するクラッチレバーは、クラッチを握ることで動力が伝達される構造であること。 ウ　ペダルの場合は、運転者の左足操作に便利な位置に配置すること。ペダルを前方又は下方に押すことで動力が遮断する構造であること。 エ　歩行型機械の主クラッチレバーは左側に配置すること。 　ただし、運転操作部が機体中心より右側にあり、クラッチ操作部を左側に配置することが困難な機械にあってはこの限りでない。 ⑨　変速・方向組合わせレバー（ＨＳＴレバー、前・後進無段変速レバーをいう）の操作方向は、前進及び前進速度を速めるためには中立位置から前方へ動かし、後進及び後進速度を速めるためには後へ動かすこと。なお、中立位置を介して前進から後進へ直接入るものは、明確な中立位置を設けること。 ⑩　前後進レバーは、車両の前進には前方へ、後進には後方へ操作するものであること。 ⑪　乗用型機械のデフロックペダル又はレバーは、運転者の右足又は右手操作に便利な位置に配置し、前方又は下方へ動かすとデフロックが作動すること。 　ただし、右足又は右手で操作する構造が技術的に困難である機種で、安全性等に支障がない場合はその限りでない。 ⑫　農用トラクター（乗用型）の昇降レバーは運転者の右手操作に便利な位置であること。レバーを上方又は後方へ動かすと作用部が上昇すること。 　ダイヤル式の場合は、右に回すことにより上昇すること。 ⑬　クランクハンドルは機械の前方から操作できない位置に配置されていること。 ⑭　農用高所作業機は、昇降装置又は起伏装置等の操作装置を作業台上に備えていること。 　昇降装置又は起伏装置等の操作装置は、操作している間のみそれらが作動する構造であること。 　ただし、それらの作動を即座に停止できる装置を備えている場合はこの限りでない。 3)　表示 ①　通常の運転席から無理な姿勢を取らずに見える位置に機能、操作方向を表示すること。 　ただし、かじ取りハンドル、ブレーキペダル、クラッチペダル、サイドクラッチのようにその機能、操作方向等が明らかなものは表示がなくても差し支えない。 ②　表示には作業者が容易に理解できる言葉、文字等を使用すること。なお、次のいずれかに該当す

安全装備の確認項目	安　全　鑑　定　基　準
７．機体転倒時の運転者保護装置	農用トラクター（乗用型）には、型式検査に合格した安全キャブ又は安全フレームが装着されていること
８．作業機取付装置及び連結装置	(1) 搭載式作業機には、適切なヒッチ装置を、また、けん引機械及び被けん引式作業機には、適切なけん引装置を備えていること。 (2) 連結しないと安定しない搭載式又は被けん引式作業機には、転倒を防止するための支持具を備えていること。 (3) ヒッチ点荷重が 250Nを超える被けん引式作業機には、手で持上げることなくけん引機械に装着できる手段を備えていること。 (4) 単軌条運搬機には、主副二系統の連結装置を備えていること。
９．高温部の防護	(1) 作業者が不用意に接触し、火傷を生じるおそれのある高温部は、ガードで防護されていること。 (2) ごみ、作物くず等が排気マニホールド、マフラー、排気管に堆積しないような構造であること。 (3)　燃料補給時にオーバーフローした燃料が機関の高温部にかからない構造であること。 (4) 乾燥機の火炉は、異常燃焼が発生するおそれのない構造であること。

解　　　説
る英字は使用しても差し支えないのもとする。 ア　JIS 又は ISO 規格に規定してある場合 イ　日本語又は識別記号が併記してある場合 ウ　絵文字等が併記してある計器類の表示に用いる場合 エ　慣行として用いられており、誤操作のおそれがない場合 オ　単位又は一般用語として用いられている場合 ③　識別記号を用いる場合は、JISB9126「農業機械の操作装置の識別記号」に準拠すること。 ④　運転・操作装置の名称は、一般に用いられているもの又は作業者が当該装置の機能を理解するのに役立つようなものであること。 ⑤　農用トラクター（歩行型）のうち、ハンドルが標準の位置から 90 度以上回動し、かつサイドクラッチを有するものにあっては、ハンドル回動時のサイドクラッチの付替を指示する表示をすること。 ただし、自動切替式のものを除く。 ⑥　農用高所作業機のうち、作業台上で走行操作が可能でブームが旋回するものは、作業台上の作業者が見やすい車体上の箇所に、車体の前後方向を示す表示をすること。 4)　昇降操作装置 ①　乗降時や運転中の接触により不意に作動することを防止する構造にするか又は不注意で接触しないような位置に配置すること。 ②　農用高所作業機の走行装置（作業台上で操作するものに限る）及び昇降装置又は起伏装置等の操作装置は、接触等により不意に作動することを防止する構造であること。 5)　デフロック、前輪増速装置、左右独立ブレーキの連結装置の機能状態を示す装置は表示ランプ等とする。 ただし、デフロックの表示装置については、デフロックペダル又はデフロックレバーを操作している間だけロックする構造のもの又はレバーの操作位置が運転席から明らかに見え、表示装置と同様な機能を有するものは表示装置を必要としない。 6)　原則として､ランプによる表示の色は、通常の状態を表示する場合は「緑色」、注意を要する状態を意味する場合は「黄色」､危険を意味する場合は「赤色」、非常事態を意味する場合は「赤色」の点滅と警報音を併用すること。 ただし、電気を動力源とする機械で、スイッチ「入」の状態を表示する場合は原則として「赤色」とすること。また、機械の状態表示部は、通電状態表示と錯覚・誤認しないように配置すること。
７．機体転倒時の運転者保護装置
８．作業機取付装置及び連結装置 1)　けん引桿及びヒッチ等はＪＩＳ規格、ＩＳＯ規格等に準拠したものであること。 ただし、特定の機械を対象とするものを除く。 2)　転倒防止用の支持具 ①　支持具は、スタンド又は同等の機能を有する装置もしくはジャッキ等をいう。 ②　支持具は紛失しないよう機体に取付けてあること。 ただし、作業上支障がある場合は取外せる構造でも差し支えない。 3)　ヒッチ点荷重は、無載荷の状態でヒッチ点の高さが 400㎜ の時の値とする。 4)　連結ピンが使用されている場合は､ピンが振動又は衝撃等で抜け落ちない構造であること。 5)　単軌条運搬機の副連結装置には、チェン、ワイヤー等を使用すること。
９．高温部の防護 1)　通常の作業中（燃料の補給を含む）に接触するおそれのある部分を防護すること。 2)　動力刈取機（刈払型）の排気口にあっては、ガードと同一平面もしくはガードより内側にあること。 3)「高温部」とは 130゜C 以上の部分をいう。 ただし、作業者が手で操作する部分にあっては、雰囲気温度が 20℃の時、 ①　触れる部分の材質が金属、陶磁器、ガラスの場合は 60℃以上をいう。 ②　その他の材質の場合は 75℃以上をいう。 4)　機関の高温部とは排気マニホールド、マフラー、排気管をいう。 5)　燃料の発火防止 ①　燃料タンクの給油口に受け皿を設け、オーバーフローした燃料を逃がすパイプが備えてあること。 ただし、オーバーフローした燃料が高温部にかからない構造である場合はこの限りでない。 ②　２サイクル機関の始動操作時に燃料が機外にこぼれない構造であること。

安全装備の確認項目	安　全　鑑　定　基　準
10．突起部及び鋭利な端面等の防護	(1) 鋭い突起、稜角又は端面等は、運転中又は点検調整のとき、不用意に接触し傷害を生じないように防護されていること。 (2) デバイダーの先端には着脱可能なガードが設けられていること。 ただし、先端が危険のない丸味を有する構造である場合又は先端を取りはずすことにより危険のない丸味を有する構造である場合はこの限りでない。
11．飛散物の防護	通常の作業位置で、作業者が石れき、作物の切断物、刈刃の破片等の飛散により傷害を受けるおそれがないよう防護されていること。 ただし、機体が防護の機能を有すると認められる場合はこの限りでない。
12．バッテリーの防護	バッテリーは、電解液などによる作業者への危険を最小にするように配置されていること。
13．安定性	(1) 乗用型の機械にあっては、走行状態にしたときに 30 度まで傾けても転倒しない左右の安定度を有していること。 ただし、特殊な構造の機械であって、転倒予防警報装置など転倒防止のための対策が施されているものはこの限りでない。 (2) かじ取車輪の接地部にかかる質量の総和は、機体質量の 20%以上であること。
14．作業灯	夜間作業が可能な機械は、当該作業に必要な箇所を照明するための作業灯を備えることができる構造であること。
15．安全標識	(1) 次の部分の近くには、耐久性のある安全標識を貼付すること。 ①　作業上、ガード等で防護することが困難な作用部 ②　通常の作業中又は点検・修理時に、作業者に危険を及ぼすおそれのある部分 (2) 安全標識は、作業者が容易に理解できる絵、文字等を使用したものであること。

解　　　　説
6)　異常燃焼防止 ①　バーナーは、ロータリーバーナー、ガンタイプバーナーなど、燃料供給の遮断と同時に燃焼が停止する構造のものであること。 ②　風量が低下したとき、異常な高温になったとき又はバーナーが失火したときにはこれらを検出し燃料を遮断する構造であること。
10．突起部及び鋭利な端面等の防護 1)　作業者が接触する部分やカバーなどの端面には、適切な丸みを設けるか又は面取りを施すこと。 2)　デバイダー ①「危険のない先端の丸み」とは、曲率半径 20㎜ 以上の球面又は表面が直径 10㎜ 以上の丸棒を 20㎜ 以上の曲率半径を有するよう加工したデバイダーの先端をいう。 ②　回転式デバイダーは、先端部のガードの他にその側方がガードレール等で防護されていること。 ただし、通常は作業者が接触するおそれがないと認められる場合は防護不要とする。
11．飛散物の防護 1)　刈刃が形成する水平面より下側までガードで防護すること。なお、動力刈取機（刈払型）にあっては、ISO 7918 の規定を満たすか、又は、防護部分の長さが刈刃直径の 1/√2 以上であること。 2)　切断物の排出のためにガードの一部を開放する場合は、開放部分は必要最少限とし、ガードの開放端から刈刃までの距離は 150㎜ 以上であること。 ただし、動力刈取機（刈払型）は除く。 3)　刈刃、ギアケース等が脱落、飛散しない構造であること。なお、動力刈取機（刈払型）のギアケース脱落防止ねじは駆動軸外筒にくい込むか又は貫通していること。また、刈刃の固定にあっては、ダブルナットで端部は袋ナットを使用するか、ナット及びボルトの頭が直接地表に接触しない構造とすること。
12．バッテリーの防護 1)　バッテリーは運転室に配置しないこと。 2)　点検、保管、充電等の際、機械から取出しやすい位置にあること。
13．安定性 1)　安定度の測定は以下のとおりとする。 ①　安定度（静的転倒角）は、傾斜台を用いて静的に測定するか又は重心位置から計算で算出するものとする。 ②　安定度の測定又は計算は、空車、標準装備で、走行状態とする。「走行状態」とは、依頼者が走行状態として指定した状態とする。 ③　当該基準(1)の「特殊な構造の機械」とは、作業上、地上高や輪距等に制約がある機械をいう。 2)　付属作業機の装着が可能な機械にあっては、かじ取車輪にかかる荷重はそれらを装着したときも基準を満たしていること。 ただし、バランスウエイトの装備が可能で、取扱説明書に適切な指示が記載されている場合は基準を満たしているとみなす。
14．作業灯 取扱説明書に「夜間作業の禁止」が明確に記載されているもの又は照明のある屋内等に設置して使用するものは除く。
15．安全標識 1)　安全標識 ①　安全標識の様式は、原則として JISB9100「農業機械－表示に係わる通則」によるものとする。 ②　安全標識は、通常の使用条件下で、絵、文字等が消えないもので、めくれや膨れなどがなく、容易に剥がれないものであること。 ③　運転操作及び作業上の注意事項についての安全標識のほか、次の項目に該当する場所には安全標識を貼付すること。 ア　作業機等の不用意な降下又は動きが作業者に危険を及ぼす部分 イ　容易に開閉又は取外し可能な監視窓 ウ　移動時に装着すべき安全装備又は折たたむ必要がある部分、あるいは乗ることを禁止する部分 エ　原動機を有しない機械の入力軸の回転方向及び常用回転数、最高回転数 オ　バネ、蒸気、はずみ車、高圧作動油などのエネルギを蓄えてある部分 カ　駆動用電源が閉路の状態で開閉可能な運転操作盤

安全装備の確認項目	安　全　鑑　定　基　準
16．取扱性	(1) 取扱説明書は、安全に係わる事項が記載され、機械毎に用意されていること。 (2) 取扱上支障となるようなことのないこと。

解　　　　説
キ　燃料の給油口・燃料タンク ク　作物屑等が飛散する部分 ケ　作業者が材料を供給する部分 コ　作業中の可動部への接近に注意を喚起することが必要な部分 サ　けん制金具又は規制装置等を使用すべき部分 シ　動力を切った後も回転等動き続ける機械要素を内蔵する開閉又は取り外し可能な点検窓やガードの部分。ただし、動き続けていることが容易にわかる目印又は警報音が装備されている場合又はガードを開けると自動的に回転等が止まる構造又は５秒以下で危険部が止まる場合又は回転等が止まらないとガードが開けられない構造の場合はこの限りでない。 ス　その他、機種毎に定める部分 ｱ)　農用高所作業機の安全標識にあっては、次の項目が記載されていること。 (ｱ) 作業範囲及び積載荷重を超えて荷を積むことの禁止 (ｲ) 作業可能傾斜角度 (ｳ) アウトリガーを使用すること（アウトリガーがある場合） (ｴ) 作業台を上昇した状態で点検するときは落下防止対策をすること (ｵ) 強風下での作業、軟弱地での上昇作業の禁止 (ｶ) 作業台上での補助台又ははしご等の使用禁止 (ｷ) 荷物は作業台の中央に乗せること (ｸ) 共同作業時の安全確認 (ｹ) 安全帯の使用（安全帯がある場合） (ｺ) 改造の禁止 2)　内燃機関を原動機とするものにあっては、燃料の給油口のそばに燃料の種類が表示してあること。
16．取扱性 1)　取扱説明書は、わかりやすい日本語で記載、表示されており、使用用語は統一されていること。 また、同一の取扱説明書で、複数の型式又は仕様の機械を説明する場合は、それぞれの機械の説明が明確にされていること。 2)　取扱説明書に次の事項が明記されていること。 ただし、当該機械に該当しない事項は除く。 ①　使用前に関する事項 ア　機械の組立に関する事項 イ　作業者の健康状態及び作業者の制限に関する事項 ウ　服装、防具着用及びオプショナルな防護装置等の装着奨励に関する事項 エ　機械の機能に適さない使用に関する事項 オ　道路運送車両法等関連法規に関する事項 カ　第三者、特に子供に関する注意事項 キ　燃料、農薬等使用する資材に関する事項 ク　機械の運搬に関する事項 ケ　機体に明示されている表示等に関する事項 ②　始業点検に関する事項 ア　安全使用に関して必要な点検準備及び方法 ③　作業中の注意事項 ア　機械の正しい使い方に関する事項 イ　機械の正しい使用姿勢に関する事項 ウ　作業者以外の周囲の者に注意を喚起する事項 ④　使用後に関する事項 ア　主要点検箇所及び点検方法に関する事項 イ　機械で使用した資材等の処理・処分に関する事項 ウ　長期間格納する場合の注意事項 ⑤　その他必要な事項 ア　使用者が行ってはいけない点検・修理に関する事項 イ　機械についての連絡・問合せに関する事項 ウ　その他 3)　騒音、操作力及び振動が著しく大きくないこと。

安全装備の確認項目	安　全　鑑　定　基　準
17．その他	(1) 排気管の出口は、作業者に直接排気ガスがかからないような位置及び方向であること。 (2) 運転位置から機体後方を確認することが困難な自走式機械にあっては、後退するときに警音を発するか又は機体後方のものを検知して運転者に警告する装置を備えていること。 (3) 歩行型機械又は歩行運転が可能な機械にあっては、歩行運転の際の前進及び後進の最高速度がそれぞれ７km/h、 3.6km/h を超えないこと。 (4) 防除用機械の給水ポンプは、逆流を防止する構造であること。 (5) 動力刈取機（刈払型）及び動力摘採機にあっては、ハンドルの固定が確実でゆるまない構造であり、ハンドルと駆動軸及び刈刃について、作業中、その角度及び相対位置がいずれも変らない構造であること。 (6) 走行式の防除用機械にあっては、運転者の農薬被曝を軽減する構造であること。 (7) その他当該機種の安全性を確保するために必要のあるものにあっては、それに必要な防護対策が施されていること。 (8) 特に必要なものにあっては、別に定める性能等の要件を満たしていること。

解　　　　　説
4)　乗降、運転操作、作業時に衣服などが引っかかるおそれのある突起物がないこと。 5)　歩行・乗用兼用型の機械にあっては、乗用運転時には乗用型としての、歩行運転時には歩行型としての操作性を有していること。
17．その他 1)　キャビンが装備されている場合は、排気管の出口はキャビンの空気取入口に向いていないこと。 2)　機体の周囲に作業補助者等がいない場所で使用される機械にあっては、後退警報装置を備えなくてもよい。 3)　歩行型機械の走行速度 ①　走行速度は、原動機を最高回転にしたときの設計値とする。 ②　ハンドルが標準位置から 90 度以上回動するものでは、回動させた状態の時に運転者が後退する方向の速度が 3.6㎞/h を超える速度段に入らないような構造であること。 ③　歩行・乗用兼用型の機械にあっては、歩行運転の際に、前進方向の速度が７㎞/h を超える速度段に入らないようにするけん制装置のほか、運転者が後退する方向の速度が 3.6㎞/h を超える速度段に入らないようにするけん制装置を備えていること。 ④　歩行型の車軸耕うんロータリー専用機については、最高速度は規定しない。 ただし、取扱説明書に走行時等の安全上の注意事項を記載すること。 4)　逆流しない構造の給水ポンプにあっては、逆流防止装置は不要とする。 5)　ハンドルの固定と刈刃位置の安定 ①　動力刈取機（刈払型）にあっては、極端な角度変化をきたさないこと。 ②　動力摘採機にあっては、ここでいうハンドルとは支持ハンドルをいい、可搬型では菊座等を使用し、ゆるみ止めが施されていること。 6)　農薬被曝を軽減する構造 ①　シールド、エアーアシスト（エアーカーテン）等の飛散軽減装置を散布部に備えているものやウインドスクリーン、キャビン等の被曝防護装置を運転場所に備えているものなどをいう。 ②　運転者の後方で散布する機械は、原則として、農薬被曝を軽減する構造とみなす。 7)　その他の防護対策 ①　単軌条運搬機は、けん引車の駆動輪とかみ合う軌条部分への給油装置を備えていること。なお、乗用型で給油操作が手動式のものにあっては、運転席から容易に操作できること。 また、乗用台車駐停車ブレーキを作動させた場合に、それと連動して機関が停止するか又は遠心クラッチがつながらない機関回転数になるなどして、けん引車の駆動力が断たれる構造であること。 ②　圃場内運搬機のうち乗用型及び兼用型は、最高速度が 15㎞/h 以下であること。また、歩行運転の際に、前進方向の速度が７㎞/h を超える速度段に入らないようにするけん制装置のほか、運転者が後退する方向の速度が 3.6㎞/h を超える速度段に入らないようにするけん制装置を備えていること。 ③　農用高所作業機にあっては、構造に応じて次の防護対策が施されていること。 ア　垂直昇降型のものは、積載荷重を超える荷重を作業台上にかけた時に、昇降装置の作動を自動的に停止させる装置又は警音を発する装置を備えていること。 イ　垂直昇降型以外のものは、作業台を平衡な状態に保持するための平衡装置を備えていること。 ウ　作業範囲（安定度に応じて定められた作業台を動かすことができる範囲)を超えて作業台が操作されたときに、起伏装置、伸縮装置等の作動を自動的に停止する装置又は警音を発する装置を備えていること。 エ　アウトリガーを有するものは、アウトリガーの未使用を示すランプ等を備えていること。 ただし、アウトリガーを使用しないと昇降装置、起伏装置等が作動しないものはこの限りでない。 オ　昇降装置、起伏装置、伸縮装置、屈折装置及び平衡装置は、当該油圧の異常低下による作業台の急激な降下等を防止するための装置を備えていること。 カ　機関が停止しても、作業台上の作業者が安全に地上に降りることができること。 キ　作業台の高さが地面から２m以上の時には、１㎞/h を超えて自走できない構造であること。 ク　油圧装置には、油圧の過度の上昇を防止するための安全弁を備えていること。 ④　動力刈取機（刈払型）は、保護めがねを装備していること。 8)　性能等の確認が必要な機種及びその基準は、別途定める。 ①　単軌条運搬機のブレーキ性能等は、別に定める試験方法に示す基準を満たすこと。 ②　圃場内運搬機のブレーキ性能、安定度等は別に定める試験方法に示す基準を満たすこと。 ③　農用高所作業機のブレーキ性能、安定度等は別に定める試験方法に示す基準を満たすこと。 ④　動力刈取機（刈払型）の刈刃の強度等は、別に定める試験方法に示す基準を満たすこと。

Ⅴ　我が国の稲作機械の新技術

1．はじめに

日本における稲作の機械化の進展は目覚しく、トラクタや田植機、コンバインなどの普及により図１に示すように 10ａ当りの労働時間も約 33 時間と少なくなっている。しかし、米の輸入に対する外圧、国内消費量の減少、環境負荷に対する要求、消費者ニーズの多様化、農業従事者の高齢化など、稲作を取り巻く環境は非常に厳しくなっている。これを打開するためには、より一層の低コスト化、環境に対する配慮、さらに農産物の高品質化などのための稲作機械の開発が急務となっている。

そこで生研センターでは、平成５～９年度に農業機械等緊急開発事業（緊プロ）、平成 10～14 年度に 21 世紀型農業機械等緊急開発事業（21 緊プロ）、平成 15 年度より次世代型農業機械等緊急開発事業（次世代緊プロ）を実施し、その一環として新しい稲作機械の開発を進めている。

ここでは、開発した稲作機械及び開発中の稲作機械の一端を紹介する。

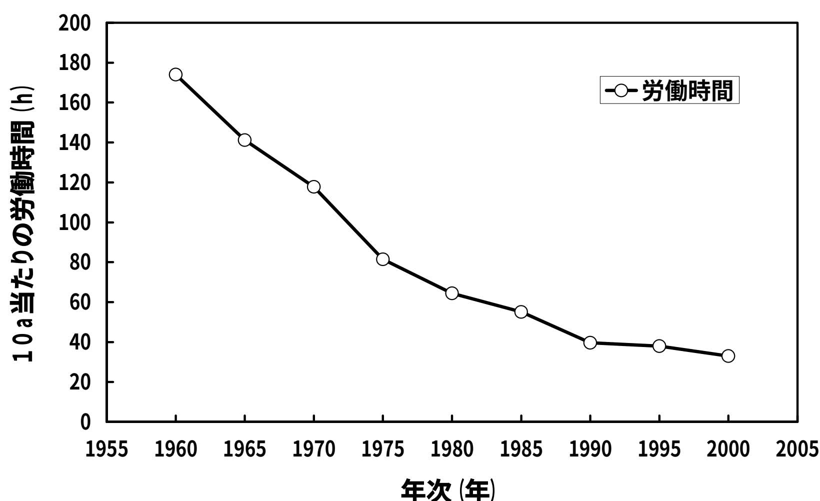


図１　稲作における労働時間の推移（販売農家）

2．生研センターで開発及び開発中の稲作機械

緊プロ事業、２１緊プロ事業で開発した稲作機械をそれぞれ表１，表２に、次世代緊プロ事業で開発中の稲作機械を表３に示す。これらの稲作機械は新しい稲作機械化体系を構築する上で、４つの視点（①低コスト、省力化、②環境負荷軽減、③穀物の高品質化、④中山間地域対策）で開発された。

１）低コスト、省力化に資する機械

耕うんロボット、高速耕うんロータリ、高精度水稲種子コーティング装置、高精度水稲湛水直播機、密植田植機、水田栽培管理ビークル、大型汎用コンバイン、農用車両用自律直進装置、高速代かき機、

２）環境負荷軽減に資する機械

軽量紙マルチ敷設田植機、畦畔草刈機、高精度水田除草機、環境保全型汎用薬剤散布装置

３）穀物の高品質化に資する機械

穀物遠赤外線乾燥機、米品質測定評価装置、穀物自動乾燥調製装置、ＰＦ機器（農用車両用作業ナビゲータ、ほ場内簡易土壌分析装置、土壌サンプリング装置、作物生育情報測定装置、可変施肥装置、穀物収穫情報測定装置）、生体情報測定コンバイン

４）中山間地域対策に資する機械

中山間地域対応自脱型コンバイン、中山間地域対応防除機

表１　緊プロ課題一覧（研究が終了した課題）

研究課題	試験研究の目標	参画企業
耕うんロボット（共同研究）	ほ場内の自己位置及び進行方向を認識し、各人の場合と同程度の作業能率で、無人で耕うん整地を行うことのできる作業者	クボタ、日本航空電子工業）
高速耕うんロータリー（共同研究）	現行機と同程度以上の作業精度を維持しつつ、0.7m/s 程度の作業速度で耕うんを行うことのできるトラクター搭載式の耕うんロータリー	ヤンマー農機
装軌式農業用車両の高速化技術（委託研究）	クローラトラクタなど、ゴムクローラを使用した装軌式農業用車両の走行速度を高速化する技術	ヤンマー農機
高精度水稲種子コーティング装置（共同研究）	種子コーティング資材の投入及び水の噴霧の制御を自動で行うことによって、性状の均一な水稲直播用コーティング種子を乾籾 10kg 当たり、30 分程度の能率で製造する装置	初田工業、ヤンマー農機
高精度水稲湛水直播機（共同研究）	水稲の湛水条播又は湛水散播をは種深さ及び密度を均一に保ちつつ行うことのできる乗用型直播機	井関農機、クボタ、三菱農機）、ヤンマー農機、共立、ササキコーポレーション、初田工業
密植田植機（共同研究）	周囲の株との距離をほぼ等間隔とすることにより、密書を行うことのできる乗用型田植機	井関農機、クボタ、三菱農機）、ヤンマー農機、
軽量紙マルチ敷設田植機（共同研究）	軽量紙マルチを水田に敷設すると同時に田植えを行い、14/時程度の作業能率を有する乗用型田植機	三菱農機、三洋製紙
水田用栽培管理ビークル（共同研究）	各種作業機を搭載して、田植作業については乗用型田植機と同程度、施肥、除草及び病虫害防除の作業については、40a/時以上の能率で行うことのできる汎用性のある乗用型作業者。	井関農機、クボタ、三菱農機）、ヤンマー農機、有光工業、共立、初田工業
畦畔草刈機（共同研究）	天端 30cm 程度、法面 30～70cm 程度の水田畦畔の雑草を、法面の幅に合わせて刈り幅を調整しながら、二面同時に安定した作業姿勢で刈取ることができる草刈機	クボタ
大型汎用コンバイン（委託研究）	刃幅 3.4m程度のヘッダー部とスクリュー型脱穀機構を有し、水稲、麦、大豆、ソバ、ハトムギ等の作物の収穫作業を 50a/時以上の作業能率で行う普通型コンバイン	ヤンマー農機、クボタ
穀物遠赤外線乾燥機（共同研究）	遠赤外線放射体の加熱により放射される遠赤外線及び放射体加熱残熱を利用して、米麦等穀物の乾燥作業を、0.4%/時以上の速度で行うことのできる循環式乾燥機。	井関農機、金子農機、サタケ、静岡製機、山本製作所
米品質測定評価装置（共同研究）	米の水分、千粒重、整粒割合等の一次的品質と食味に関連する二次的品質を測定し、総合的に品質表示を行う装置	井関農機、クボタ、ケット科学研究所、サタケ、静岡製機

表２　２１緊プロ課題一覧（研究が終了した課題）

研究課題	試験研究の目標	参画企業
農用車両用自律直進装置（委託研究）	ラクター、田植機等のほ場で用いる農用車両に装着し、耕うん、田植え作業等において直進して作業を行う場合に、自律直進走行を行い、運転操作を補助・支援する装置	日本航空電子工業、井関農機、ヤンマー農機
高速代かき均平機（共同研究）	慣行と同程度の作業精度を維持しつつ、より高速で代かきと均平を行うことのできるトラクター搭載式の代かき均平作業機	小橋工業、ササキコーポレーション、井関農機、クボタ、ヤンマー農機
高精度水田用除草機（共同研究）	水稲の条間及び株間の機械的除草を同時に行うことのできる乗用型除草機	井関農機、クボタ
中山間地域対応自脱型コンバイン（委託研究）	小区画ほ場での収穫作業や狭い農道での移動に対応し、かつ軽トラックに積載可能な構造を有する自脱型コンバイン。	三菱農機、ヤンマー農機
穀物自動乾燥調製装置（共同研究）	遠赤外線を利用した乾燥機構及び遠心力を利用したもみすり機構を有し、乾燥、もみすり、選別、精米等を一貫して行うことのできる装置	金子農機、静岡製機、山本製作所
農用車両用作業ナビゲータ（共同研究）	ＧＰＳ等を利用し車両位置、方位情報等を高精度に取得するとともに、別途入力された土壌や作物の情報等をもとに、メッシュごとの精密作業を指示する装置	ソキア、ＤＸアンテナ、日本航空電子工業、日本電計、日本無線、井関農機、ヤンマー農機、
ほ場内簡易土壌分析装置（委託研究）	立毛中にほ場内で、簡易かつ迅速に土壌分析を行い、分析結果と測定点の位置情報を記録することのできる装置	荏原製作所、藤原製作所、三菱農機
土壌サンプリング装置（委託研究）	施設内の精密な土壌分析に必要な数多くの土壌サンプルをほ場内で採取し、同時にその採取位置情報を記録することのできる装置。	ヤンマー農機、日立製作所、堀場製作所
作物生育情報測定装置（委託研究）	作物の葉色等を位置情報とともに遠隔測定し、メッシュごとの葉色の状態を表す葉色マップ等を作成する装置	荏原製作所、ミノルタ、ヤマハ発動機、ヤンマー農機
可変施肥装置（共同研究）	走行中に施肥量を段階的に制御することにより、ほ場メッシュ毎の施肥情報に従って、肥料を精密に施用することができる装置	井関農機、初田工業、ヤンマー農機
粒状資材等のモニタリング技術（共同研究）	種子、肥料等粒状資材の搬送管路内の流量を自動的に検出し、表示する技術	インステック
穀物収穫情報測定装置（共同研究）	コンバインにより収穫した穀物の水分、質量等を収穫作業と同時行程で位置情報とともに測定記録し、メッシュ毎の収量マップを作成する装置	近江度量衡、静岡製機、ヤンマー農機

表３　緊プロ一覧（研究中の課題）

研究課題	試験研究の目標	参画企業
植付け苗量制御技術 （共同研究）	田植機の苗の状態や残量に応じて苗送り量等を自動制御することにより、苗を均一かつ少量に植付ける技術	井関農機、クボタ
中山間地域対応型防除機の開発 （共同研究）	小区画・不定形ほ場の畦畔上を、走行ないし歩行しながら、農薬散布作業を行うことのできる小型・軽量の散布機。	ヤンマー農機
環境保全型汎用薬剤散布装置 （共同研究）	トラクタまたは乗用管理機（水田用、野菜栽培管理ビークル等）に搭載する方式で、ドリフト及び作業者被爆を低減しつつ、効率的な散布作業が可能な散布装置を開発する。	共立、丸山製作所、ヤマホ工業
生体情報測定コンバインの開発 （共同研究）	水稲の収穫と同時に、生体重、品質等の生体情報を測定できるコンバイン	荏原製作所、静岡製機、ヤンマー農機

３．新しい稲作技術である日本型水稲精密農業（ＰＦ）

政府が打ち出した米政策改革大綱「米づくりのあるべき姿に向けて」では軸足を消費者に置いた新しい米の生産流通システムが求められている。多様な消費者ニーズに対応するためには、多様な生産環境を把握し、それぞれに対応した適正な管理を行って、ニーズに応じた米を生産する技術が必要である。

そこで、生研センターでは、環境負荷低減と高品質農産物の生産を両立するため、最新のＩＴ技術を中核に据えた農法である日本型精密農業の確立を進めている。平成 10～14 年度の 21 世紀型農業機械等緊急開発事業（21 緊プロ）では個別の機械開発を、平成 15～18 年度の次世代型農業機械等緊急開発事業（次世代緊プロ）では 21 緊プロで開発したＰＦ機器を組み合わせ、新しい農法としてシステム化を図る日本型水稲精密農業（ＰＦ）実証試験を行っている。ここでは、個別の機械の概要とそれを組み合わせた実証試験の概要を紹介する。

１）精密農業とは

精密農業とは、図２に示すように、ほ場（メッシュ）毎の土壌や作物の状態などを的確かつ詳細に把握し**（センシング装置）**、その結果に基づいて施肥等を過不足なく効率的に行うこと**（アプリケータ）**により、環境負荷の低減、収量の増加、品質の向上、生産コストの削減**（効果）**を同時に可能にする栽培管理技術である。

今回、このうちセンシング技術としては土壌情報測定装置、作物生育情報測定装置、穀物収穫情報測定装置を、アプリケータとしては可変施肥装置、位置情報と各種センシング装置とアプリケータの橋渡し役である作業ナビゲータを開発している。

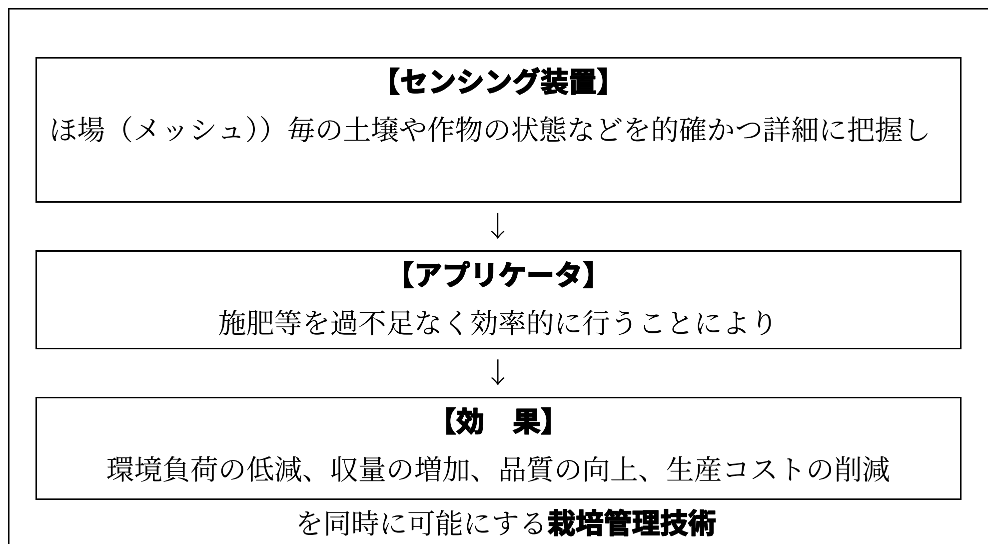


図２　精密農業の概念

２）日本型水稲精密農業（ＰＦ）関連機器

（１）作業ナビゲータ

GPS 位置情報と、土壌や作物等に関する情報と同時に取込み、詳細な情報マップを作成・表示・記録する精密農業用支援装置である。収穫情報測定装置、可変施肥装置に接続して、ほ場毎やほ場内を細かく分割して情報取得・施肥制御を行うとともに情報を表示・記録する。取得した情報を統合的に管理する機能を有し、高度な施肥管理システムや品質解析システムへの活用も期待される。

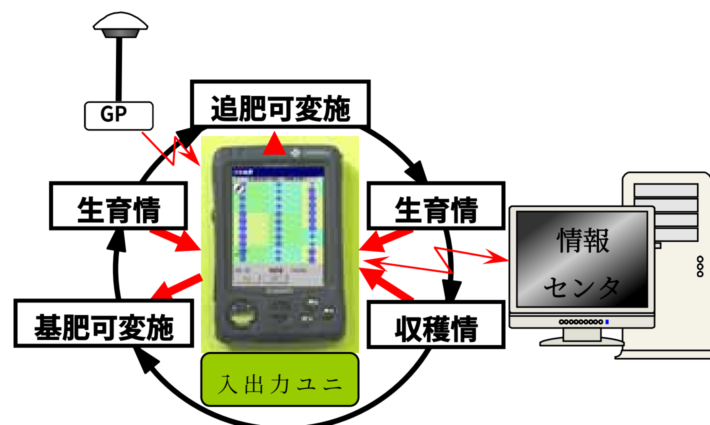


図3　作業ナビゲーターとその機能

（２）作物生育情報測定装置

作物の栄養状態を科学的に把握するため、携帯式及び無人ヘリ搭載式の作物生育情報測定装置を開発した。携帯のセンサ部は，鉛直方向上向きと下向きの分光センサで構成され、上向きのセンサは太陽光の強度を測定し，下向きのセンサは稲から反射される光の強度を測定する。上下の光強度の比（光の反射率）から，稲の栄養状態を診断する。

無人ヘリ搭載式は，産業用無人ヘリコプタで 50m程度上空から分光撮影式のデジタル画像を

取得し、その画像を解析して水稲の葉色や生育量を求める空中測定式の作物生育情報測定装置である。



図４　作物生育情報測定装置（携帯式）



図５　作物生育情報測定装置（無人ヘリ搭載式）

（３）収量コンバイン

コンバインにより収穫した穀物の水分、質量等を収穫作業と同時工程で位置情報とともに測定記録できるコンバイン搭載型の装置。

主に域内をほ場単位で測定記録する広域管理向けと、作業ナビゲーターと連動させることによりほ場内をメッシュ単位で測定記録する局所管理向けの２つの方式がある。



図６　収量コンバイン

（４）可変施肥装置

各種センサ入力ポート、直流モータコントローラ、シリアル通信ポート及び演算機能を有する制御部と、施肥量及び仮比重の入力と表示、手動モードと自動モードの切り替えを行う表示部で構成される可変施肥装置。作物生育情報測定装置や収量コンバインの情報を基に可変施肥を行う装置であり、側条施肥装置付き田植機に装着した基肥用可変施肥装置と水田ビークル用

粒状物散布機等に装着した追肥用可変施肥装置がある。
　作業ナビゲータを接続すれば、メッシュ毎に施肥量を変えることができる。



図７　可変施肥装置（基肥用）



図８　可変施肥装置（追肥用）

３）日本型水稲精密農業の概要
　図９に示すように、土壌情報や前年度の施肥及び収量コンバインの収量結果をもとにほ場ごとの基肥設計を行い、側条施肥装置付き田植機に装着した基肥用可変施肥装置で田植え作業を行いながら、必要な施肥を行う。さらに携帯式あるいは無人ヘリ搭載式の作物生育装置によって形成期に作物の栄養状態を把握しその結果をもとに追肥設計を行い、水田ビークル用粒状物散布機等に装着した追肥用可変施肥装置よって可変施肥（追肥）を行う。

水稲成熟期に作物生育情報測定装置によってタンパク質含量を推定し、収量コンバインで水稲を収穫しながら水分、収量を測定する。この結果を来年の水稲栽培に繋げていく。

現在、このシステムを実証するために、新潟県及び宮城県で実証試験を行っている。



図９　日本型水稲精密農業（ＰＦ）の概要

４）日本型水稲精密農業の効果

（１）環境負荷低減効果

作物の生育状態を科学の目で正確に把握できるので、不必要な施肥を行う必要がなくなり、施肥量が 15～20％削減可能となり、環境負荷低減に貢献できる。

（２）高品質米生産

不必要な施肥を行わないとともに適期収穫が可能となるため、品質の向上と平準化に貢献できる。さらに、作物生育情報測定装置によって推定した蛋白含量によって仕分け乾燥も可能となり、消費者ニーズにあった多様化した高品質な米生産及び用途別の米生産が可能となる。

５）日本型精密農業実証試験

この農法は、現在２地区（新潟県、宮城県）で農家や集団にＰＦ機器を導入して実証を行っており、問題点を抽出し、改良を加えながら実用システムの確立に向けて研究を進めている。

Ⅵ　先進諸外国の農業機械の動向

１．２０世紀の農業技術と食料生産

有史以来、いつの時代どこの国でも、技術の進展が社会の変革や経済成長を支えてきた。そして、常に新しい技術が必要とされ、絶えず生まれてきた。

２０世紀の農業技術は、食料の安定生産と生産効率の向上に向けられた。その結果、農産物の生産性は飛躍的に伸び、現在の繁栄を築き上げた。これに大きく貢献したものとして、農業の機械化、農薬・化学肥料の利用、農作物・家畜の品種改良、そして農村の電化（住環境の改善）などがあげられる。一方、社会の周辺技術としては、上下水、ラジオ・ＴＶ等家庭用電気器具、自動車・航空機、電話・携帯電話、コンピュータ・インターネットなどの普及、宇宙開発、原子力利用が進展し、現代社会の基礎を構成している。有史以来もっとも大きな社会変革を成し遂げた世紀でもある。

しかし、これに伴う負の遺産も見逃すことができない。近年の炭酸ガス濃度の増加は、地球温暖化・気候変動の要因として今世紀最大の課題となっている。今世紀は、環境の世紀とも言われている。国連の気候変動に関する政府間パネル（IPPC）の見通しによると、近年の記録的な温度上昇から見る限り、向こう100年間で気温が1.4℃から5.8℃上昇すると言われている。そしてその要因は、主に化石燃料の燃焼によって大気中の二酸化炭素濃度が上昇したことよるものとされている。このような化石燃料問題への関心の高まりは、世界的な地球環境問題への取り組みや、エネルギー資源の有効利用に密接に連動していることを見逃してはならない。

２．今世紀の農業技術展望

前述の前世紀の繁栄と世紀後半に顕在化した環境問題、エネルギー問題を背景に、２１世紀は、２０世紀とは異なる新しい技術が要求されている。一般的な見方として、２１世紀の技術変化の速度はさらに加速するであろう。生産性の向上や生産コストの低減の一層の促進とともに、環境問題、エネルギー問題への対応も余儀なくされる。加えて、要求される技術は、トレードオフではなく、両者を高いレベルで両立させるものでなければならない。

２１世紀農業のキーワードは環境、エネルギー、そして食の安全であり、バイオテクノロジー（Bio-technology: BT）、情報技術（Information Technology: IT）などが広く活用されることになる。

例えば、BTは、バイオマス（有機性廃棄物、家畜ふん尿）の利活用による環境保全技術やバイオレメディエーション（微生物を利用した汚染物質の分解）、あるいは生物エネルギー（植物体のエネルギー変換）の分野の利用技術を大きく発展させ、環境・エネルギーに変革をもたらす可能性を秘めている。また、品種改良や栽培技術の改良の面でも技術開発の期待が大きく、低コスト、高品質・高機能、良食味な食料生産を実現する力を有している。さらに、国民の関心の高い食品の安全性や食料自給率の向上についても、現状を打破する大きな潜在的な力をもっている。ＢＴは、広範な分野で飛躍的な変革をもたらす力を有しており、また、これまでの技術、産業では解決できなかった課題を解決してくれるものと期待されている。

ITもまた、ロボット、精密農法（Precision Farming: PF）、センサーテクノロジー（Senso

r Technology: ST）という形で農業に浸透し、従来の農業分野では考えられなかった科学が農業に適用されることになる。

コンピュータ支援農業生産システム（Computer-aided Agricultural Production: CAP）では、検出（Sensing）、計算（Computing）、情報伝達（Comunication ）、制御（Control）、そして作動（Actuation）を集中制御して、農業生産の効率化、最適化を目指す。ロボットトラクタや農薬散布ロボットを離れた場所から操作でき、農薬や化学肥料を正確に施用するために必要な情報を得ることもできる。ロボットは、労働力や化学肥料の投入を低減し、作業者の安全を確保すると共に環境にも貢献するであろう。CAPは収量の増加と、コスト低減、資源の保護、環境へのインパクトの低減などを、同時に達成させる技術として期待される。　STは、電子技術や画像処理技術を利用し、環境や作物に関する詳細な情報を集めることができる。衛星画像を利用して広い地域の作物の生育状況、土壌特性、ほ場の水分状態などが把握できる。これらの情報を活用して、防除時期・適正散布量、収穫時期、あるいは作業法などを決めることができる。

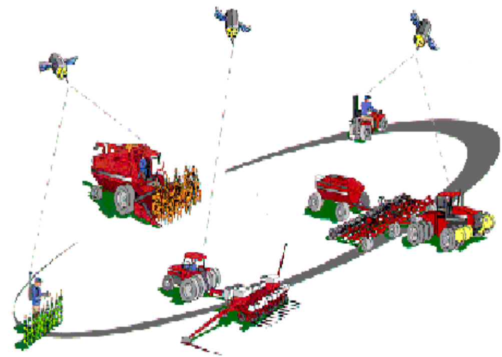


図１．CAPのイメージ

いずれにしても、BTやITが個別技術として評価されることは少なく、一定のシステムの中で目的や評価項目を設定し、環境影響評価などをLCA(Life Cycle Assessment: モノの生産から廃棄に至る全過程を考慮して、システムの人間にとっての価値を評価する手法)によって評価することにより、システムの最適化が図られる。コンピュータの導入による制御システムの進展とともに、航空機のパイロットがスキルのみならず、運行に関するマネージメント能力を問われるようになったことによく似ている。研究者、技術者、販売者、そして農家は、環境、エネルギー、経営などに対する広範な、総合的な知識や情報が要求されることになる。

３．最新技術

（１）エンジン　エンジンは農業機械の心臓である。しかし、振動・騒音、窒素酸化物(NOx)、黒煙（浮遊粒子状物質、Suspended Particle Matter: SPM）というような環境悪化の汚染源でもある。低燃費化、低騒音・振動化をターゲットに長い間研究・開発が続けられ、直噴化、多気筒化などの対策が講じられてきた。しかし、公害問題の発生とともにNOx、SPM対策という厄介な課題が加わることになった。厄介なことにNOx低減とSPM低減はトレードオフの関係にあり、同時低減が困難とされてきた。これを同時に解決するような技術開発でなければ、社会は受け入れない。SPMトラップ方式（ディーゼル微粒子除去装置、Diesel Paticulate Filter: DPF）が普及しているが、コスト的 にも耐久性の面でも本質的な技術とはいえない。燃焼段階での解決が長く望まれていた。対策としては、高圧噴射、排出ガス再循環制御制御（Exhaust Gas Recirculation: EGR）、コモンレール噴射などが試みられていた。このところ、農業機械にもコモンレール方式が採用されている。コモンレール方式は、シリンダ内に直接燃料を噴射する従来のシステムとは異なり、噴射の前に筒の中に燃料を圧縮してた

めておき、コンピュータ制御でもっとも燃焼効率タイミングでシリンダ内に燃料を吹き込む。この噴射前の燃料を高圧でためておく共用の筒を「コモンレール」と呼ぶ。燃料をコモンレール内で高圧で維持し、コンピュータ制御で噴射量とタイミングを調製し、供給する。NOx、SPMの低減に貢献している。

エンジン制御の面では、「エンジンパワーマネージメント」というようなシステムが取り入れられている。いわゆる電子ガバーナー方式を採用し、負荷に対する反応を高め、必要な出力を効率よく発揮する機能を備えている。負荷の変動に無関係に走行速度やPTO回転数を維持できる。後述するCANとの接続で広範囲な制御が可能になっている。

（２）人間工学的配慮　エンジンあるいはトランスミッション関連の進展に増して、操縦席回りの改善が著しい。座席は自動車並み、あるいはそれ以上の調節を備えている。回転機能や左右方向振動に対する対策も施されている。レバー類は機能別、操作頻度別にグループ化されたり、配色されて識別しやすくなっている。多機能ジョイスティックやモニターを装備したものも多くみられる。すべてが電子化されているため、ハードと直接接続しておらず、操作力を問題にしなければならないものは見られなくなっている。反面、多機能化されているため、すべての機能を要領よく使いこなし、効率向上に繋げられるかは、疑問が残る。その意味では、農業機械もパソコンや携帯電話並に進化したともいえる。

騒音・振動の面でも高いレベルでの配慮が伺える。キャブサスペンションに各種の機能を持たせ、種々の作業条件を考慮した上下・左右振動対策施されている。騒音についても、室内騒音シミュレーションの結果、ラウンドガラスを用いて騒音レベルを下げている機種も見られる。

空調関係も大型機械では標準装備となっており、長時間の運転での疲労軽減に配慮している。

総合的には、農業機械にも「人間工学的配慮」がコマーシャルベースにのる時代の到来を思わせる。



図２．最新の操縦席回り

（３）CAN（Controller Area Network）　農業機械技術の進展にともない、先述のとおりメカニカルな構成要素を電子機器に移行する傾向がみられる。 また、機能の増加とともに電子機器は一層複雑になり、従来型配線システムでは限界になってきた。そこで、配線の本数を減らし、コネクタの個数を少なくすることによって信頼性と耐久性を高めようというのがCAN である。すべての制御機器（コントローラ）がネットワーク接続され、信号情報を共有している。ですから、トラクタであれば、今まで別々に制御されていたエンジン、トランスミッション、作業機装着装置などを同時にコントロールできるので、相互の状態を把握し三者を統合した最適運転状態を簡単に達成できる。三者を統合したプログラム運転も可能となっており、今後も環境、生産コスト低減などあらゆる面で飛躍的な効果が期待できる。

以上、今世紀の農業機械の進展について概観したが、環境、エネルギー、食料という要素

を含んだ総合的な技術開発が要求されている。常にこのような全体的な視点から個別技術を眺めて欲しい。